

Zur Fleischqualität Azaperon-behandelter Schlachtschweine

Peter Russ

1974

Bereich Hygiene und Technologie der Lebensmittel
tierischen Ursprungs

Universität München - Tierärztliche Fakultät

Vorstände: Prof. Dr. Dr. h.c. L. Kotter und Prof. Dr. G. Terplan

Zur Fleischqualität

A Z A P E R O N - behandelte Schlachtschweine

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung
der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Peter Russ
aus
Rottweil
München 1974

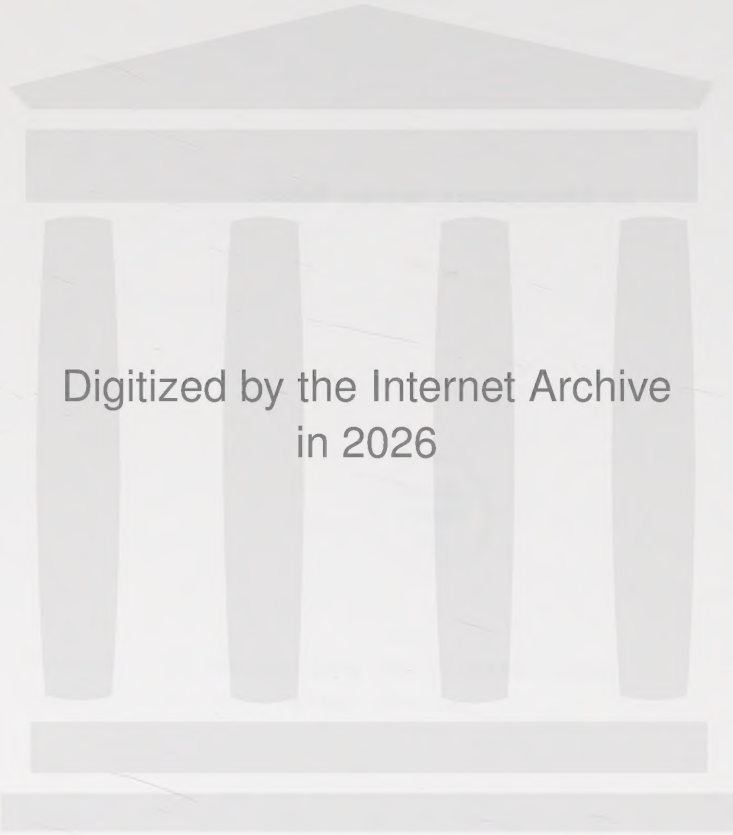


Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. E. Dahme
Referent: Prof. Dr. Dr.h.c. L. Kotter
Korreferent: Prof. Dr. A. Petter

Tag der Promotion: 22. 2. 1974

In Dankbarkeit meiner Mutter



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. <u>Einleitung</u>	1
2. <u>Literatur</u>	2
2.1. <u>Neuroleptika</u>	2
2.1.1. <u>Azaperon</u>	3
2.1.1.1. Pharmakologie	3
2.1.1.2. Zusammensetzung	3
2.1.1.3. Eigenschaften	3
2.1.1.4. Metabolismus und Ausscheidung bei der Ratte	4
2.1.1.5. Verteilung und Ausscheidung beim Schwein	5
2.1.1.6. Anwendungsbereich	7
2.1.1.7. Sicherheit von Azaperon für den Menschen	7
2.1.2. Lebensmittelrechtliche Beurteilung	8
2.2. <u>Kriterien der Fleischqualität</u>	10
2.2.1. pH-Wert	10
2.2.2. Wasserbindungsvermögen	12
2.2.3. Fleischfarbe	14
2.3. <u>Abweichungen in der Fleischqualität</u>	15
2.3.1. PSE-Fleisch	15
2.3.2. DFD-Fleisch	19
2.3.3. Verarbeitungsmöglichkeit	20
2.4. <u>Einfluß verschiedener prämortaler Faktoren auf die Fleischqualität</u>	22
2.4.1. Streß	22
2.4.2. Fütterung	25
2.4.3. Witterung	26

II

	<u>Seite</u>
2.4.4.	Transport 27
2.4.5.	Applikation von Medikamenten 28
2.4.6.	Ausruhezeit 30
2.4.7.	Betäubung 31
3.	<u>Eigene Untersuchungen</u> 32
3.1.	Material und Versuchsbedingungen 32
3.2.	Methodik 33
3.3.	Ergebnisse
3.3.1.	Versuchsreihe I 36
3.3.1.1.	Fleischtemperatur 45 Minuten post mortem; pH-Wert, Farbhelligkeit und Wasserbindungsvermögen 45 Minuten und 24 Stunden post mortem 37
3.3.1.2.	pH-Wert der gepökelten, rohen Schinken, 38 Safthaltevermögen der geräucherten Schinken, Kochverlust und sensorische Beurteilung
3.3.2.	Versuchsreihe II 39
3.3.2.1.	Fleischtemperatur 45 Minuten post mortem; pH-Wert, Farbhelligkeit und Wasserbindungsvermögen 45 Minuten und 24 Stunden post mortem 40
3.3.2.2.	pH-Wert der gepökelten, rohen Schinken, 41 Safthaltevermögen der geräucherten Schinken, Kochverlust und sensorische Beurteilung

III

	<u>Seite</u>
3.3.3. Versuchsreihe III	42
3.3.3.1. Fleischtemperatur 45 Minuten post mortem; pH-Wert und Farbhelligkeit 45 Minuten und 24 Stunden post mortem	43
3.3.3.2. pH-Wert der gepökelten, rohen Schinken, Kochverlust und sensorische Beurteilung	44
4. <u>Diskussion der Ergebnisse</u>	45
5. <u>Zusammenfassung</u>	52
6. <u>Literaturverzeichnis</u>	56

1. Einleitung

Das bevorzugte Zuchtziel, bei Schlachtschweinen auf ein möglichst rasches Fleischbildungsvermögen zu kommen, ist bisher nur unter Verlust an Widerstandskraft und Kondition der Tiere erreicht worden. Die Folge sind steigende Mortalität und verschlechterte Fleischqualität bei Belastungen vor der Schlachtung.

Um diese negative Entwicklung zu steuern, werden insbesondere Verbesserungen der derzeitigen Transportformen sowie der Einsatz von Tranquilizern zur Streßminderung diskutiert (87).

Das Neurolepticum Azaperon (Stresnil[®] - Janssen Pharmaceutica) soll die Transportmortalität verringern und bestimmte Merkmale der Fleischqualität günstig beeinflussen.

In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, inwieweit sich die Behandlung der Schweine mit Azaperon vor Transport und Schlachtung unter praxisüblichen Bedingungen sowie bei einer definierten Streßsituation auf wichtige Parameter der Fleischqualität und auf die Kochschinkenherstellung auswirkt.

2. Literatur

2.1. Neuroleptika

Neuroleptika (Major Tranquilizer) sind Arzneimittel mit zentral und peripher dämpfender Wirkung. Auch bei hoher Dosierung wird keine Narkose erreicht und die Schmerzempfindung nicht aufgehoben (57, 93).

Während der Sedation werden exogene Reize nicht wahrgenommen. Geringe Dosierungen führen zu Schlafneigung bei erhaltener Weckbarkeit. Höhere Dosierungen beeinträchtigen die Motorik (Nachhandschwäche) und führen schließlich zu stuporösen Schlafzuständen, in denen die Tiere nur schwer weckbar sind.

Die ausgeprägt sympathikolytische Wirkung der Neuroleptika äußert sich in Enophthalmus, Miosis, Ptosis, Nickhautvorfall (Horner-Syndrom) und bei männlichen Tieren durch Penisvorfall.

In der Tiermedizin werden die Neuroleptika zur Sedierung bei Untersuchungen und Behandlungen, Transporten, zur Prämedikation vor Narkosen und zur Schocktherapie eingesetzt (93).

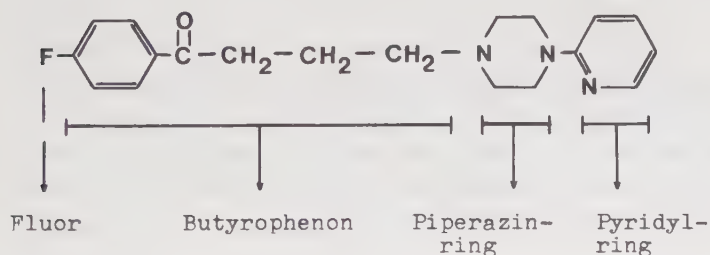
Die wichtigsten Neuroleptika sind Phenothiazin-Derivate wie Chlorpromazin (Megaphen[®]), Propionyl-Promazin (Combelen[®]), Xylazin (Rompun[®]) sowie Butyrophenon-Derivate wie Haloperidol (Haloperidol-Janssen) und Azaperon (Stresnil[®]) (57, 80, 93).

2.1.1. Azaperon

2.1.1.1. Pharmakologie

2.1.1.2. Zusammensetzung

Bei Azaperon handelt es sich um ein Neurolepticum aus der Reihe der Butyrophenone mit folgender Zusammensetzung:



4'-Fluoro-4-[4-(2-pyridyl)-1-piperazinyl]-butyrophenon)

Azaperon (R 1929)

2.1.1.3. Eigenschaften

Azaperon bewirkt eine zentral-nervöse Dämpfung. Dies äußert sich in Verminderung der Erregbarkeit des vegetativen Nervensystems gegenüber exogenen Reizen, Sedierung der Psyche und Reduzierung der Motorik bei erhaltenem Bewußtsein der Tiere (64, 85).

Nach den Angaben von Janssen Pharmaceutica bewirken dabei geringe Dosierungen (0,5 mg/kg) nur eine leichte Sedierung des Schweines. Bei 2,5 mg/kg legt es sich für einige Stunden nieder, während höhere Dosen bereits kleine therapeutische Eingriffe zulassen.

Die Wirkung tritt nach kurzer Induktionsphase innerhalb weniger Minuten ein und erreicht ihr Maximum nach ca. einer halben Stunde. Die Wirkungsdauer beträgt 1 bis 6 Stunden (64).

2.1.1.4. Metabolismus und Ausscheidung bei der Ratte

Nach subkutaner Injektion von 1 mg/kg tritiummarkiertem Azaperon bei Wistar-Ratten wurde die höchste Konzentration des Pharmakons nach 30 Minuten in Gehirn, Blut und Leber gemessen.

Die metabolische Spaltung von Azaperon erfolgt vor allem in der Leber über oxydative N-Dealkylation der Pyridylgruppe. Die daraus entstehenden Metaboliten werden hauptsächlich über den Kot ausgeschieden sowie durch oxydative N-Dealkylation der Piperazingruppe weiter abgebaut. Während der ersten 24 Stunden werden etwa 25% der gesamten Radioaktivität im Urin und ca. 75% während der ersten zwei Tage über die Faeces eliminiert. Ungefähr 13% der verabreichten Dosis werden unverändert über den Kot ausgeschieden.

2.1.1.5. Verteilung und Ausscheidung beim Schwein

MARSBOOM (65) verabreichte Schweinen 1 mg/kg tritiummarkiertes Azaperon und ermittelte vier, acht und sechzehn Stunden nach der Injektion die Verteilung von Azaperon und seiner Metaboliten (siehe Tab. S. 6).

Vier Stunden nach der Injektion wurde der höchste Prozentsatz der verabreichten Dosis in Muskulatur (2,7%) und Leber (1,66%) ermittelt. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um neuroleptisch nicht mehr aktive Metaboliten. Nach acht Stunden weisen Leber und Muskulatur immer noch die höchsten Werte auf, während unverändertes Azaperon in Herz und Muskulatur nicht mehr nachzuweisen ist. 16 Stunden nach der Verabreichung sind die Konzentrationen in den Geweben verschwindend gering; unverändertes Azaperon ist nur noch in unbedenklichen Mengen in der Leber zu finden.

Verteilung von Azaperon und seinen Metaboliten in den Organen und Geweben des Schweines
nach Injektion von 1 mg/kg.

Organ bzw. Gewebe	% des Gesamt- gewichtes	% der verabreichten Dosis, gefunden im Organ oder Gewebe				
		nach vier Stunden		nach acht Stunden		nach 16 Stunden
		Insgesamt ¹	Azaperon ²	Insgesamt	Azaperon	
Blut	7,5	0,943	0,026	0,646	0,017	0,067
Gehirn	0,1	0,011	0,001	0,009	0,001	0,003
Dünndarm	1,9	0,319	0,034	0,224	0,038	0,070
Dickdarm	1,7	0,243	0,036	0,283	0,029	0,081
Äußeres Fett- gewebe	0,9	0,254	0,053	0,105	0,036	0,061
Herz	0,3	0,026	0,000	0,017	-	0,004
Lungen	1,1	0,595	0,037	0,339	0,029	0,122
Nieren	0,4	0,594	0,016	0,252	0,010	0,044
Muskulatur	40,0	2,760	0,600	1,600	-	0,160
Leber	1,9	1,659	0,080	1,752	0,110	0,566
						0,002
						-
						-
						-
						0,014
						0,002
						-
						0,070

1) Prozentualer Anteil der verabreichten Dosis, bezogen auf Azaperon und seine Metaboliten.

2) Prozentualer Anteil der verabreichten Dosis, bezogen auf unverändertes Azaperon.

2.1.1.6. Anwendungsbereich

In der tierärztlichen Praxis findet Azaperon bei einer allgemeinen Dosierung von 40 mg/20 kg (1 ml/20 kg Stresnil[®]) meist für Indikationen in der Geburtshilfe, bei Kastrationen, Aggressivität und Überbelastung des Herzens Anwendung (64).

Zur Verhinderung des Transportstresses wird eine Dosierung von 1 ml/100 kg empfohlen (10). Die Beeinflussung bestimmter Qualitätsmerkmale des Fleisches soll 2 - 3 ml/100 kg Stresnil[®] erfordern (16, 89). Azaperon wird tief intramuskulär dicht hinter dem Ohr oder in die Oberschenkelmuskulatur verabreicht.

2.1.1.7. Sicherheit von Azaperon für den Menschen

Butyrophenone werden auch in der Humanmedizin angewandt (Haloperidol, Fluanison). DELAY (23) und GERLE (28) konnten nachweisen, daß die längere Anwendung von Butyrophenonen beim Menschen keinen kumulativen Effekt bewirkt und keine organische Toxizität besitzt. Da alle Butyrophenone ein ähnliches Stoffwechselverhalten aufweisen, besteht kein Grund zur Annahme, daß Azaperon beim Menschen anders wirken soll als beim Tier.

2.1.2. Lebensmittelrechtliche Beurteilung

Zur Schlachtung bestimmte Tiere sind bereits als Lebensmittel gemäß § 1 Abs. 1 Lebensmittelgesetz (LMG) anzusehen. Die Verabreichung von bestimmten Stoffen könnte allerdings selbst bei enger Auslegung des § 4a LMG als verbotener Fremdstoffzusatz angesehen werden, wenn sie, wie etwa synthetische Aromastoffe, dazu bestimmt wären, auch in Lebensmitteln, die von diesen Schlachttieren gewonnen werden, Funktionen zu erfüllen. Das ist jedoch beim Einsatz von Tranquilizern nicht der Fall (76). Daher ordnen KOTTER und Mitarbeiter (50) das Azaperon nicht den Fremdstoffen zu, sondern zählen es zu den technischen Hilfsstoffen im Sinne von § 4b Nr. 3 LMG. Sie zählen also Azaperon bei bestimmungsgemäßem Einsatz zu den Stoffen, die nicht zum Verzehr bestimmt sind, da sie bis zum Genuß des Fleisches völlig ausgeschieden oder nur noch in technisch unvermeidbaren und gesundheitlich unbedenklichen Mengen vorhanden sind, und halten ihre kontrollierte Anwendung daher lebensmittelrechtlich für zulässig.

WENZEL (92) lehnt dagegen die Verabreichung von Azaperon bei Schlachtschweinen aus mehreren Gründen ab. Nach seiner Auffassung ist die Behandlung eines klinisch gesunden Tieres mit Arzneimitteln kurz vor der Schlachtung nach § 3 Abs. 1 LMG nicht vertretbar, da für den Verbraucher die Möglichkeit einer gesundheitlichen Schädigung besteht. Fleisch im Sinne von § 3 Fleischbeschauengesetz (FG) könnte darüber hinaus noch Arzneimittel enthalten. Aus diesem Grunde wäre zum Schutz des Verbrauchers vor gesundheitlichen Schäden nach § 3 Abs. 1a LMG eine Behandlung vor der Schlachtung nicht zulässig. Weiterhin wären Teile solchen Fleisches, die bei Vergiftungen oder Behandlung mit stark wirkenden Arzneimitteln das Gift in schäd-

lichen Mengen enthalten können, insbesondere Magen, Darm, Injektionsstellen, Leber, Nieren und Euter, auch nach § 34 Nr. 17 der Ausführungsbestimmungen A (AB. A) zum Fleischbeschaugesetz als untauglich zum menschlichen Genuß zu beurteilen. Darüber hinaus wendet sich WENZEL (92) gegen die Verabreichung fremder Stoffe an Schlacht-tiere nach § 4a LMG, wobei er allerdings einräumt, daß nach einer ausführlichen Klärung der Rückstandsfrage und des Problems der Verbrauchertäuschung die Forderung eines Verbotes von Azaperon insofern eingeschränkt werden könnte, "weil es sich dabei wissenschaftlich zwar um ein Arznei-mittel, lebensmittelrechtlich aber um einen technischen Hilfsstoff im Sinne des Lebensmittelgesetzes handelt".

Außerdem gibt er zu bedenken, daß die Anwendung von Psychopharmaka eine erhebliche Beeinträchtigung der Schlachttieruntersuchung durch "eine Verschleierung der Schlachttier- und Fleischuntersuchungsdiagnostik", vor allem im Hinblick auf die Diagnose "Allgemeinbefinden" bewirkt. Nach seiner Ansicht können durch Azaperon typische Symptome von Erkrankungen oder Seuchen überdeckt werden, da z.B. die rektal gemessene Temperatur erniedrigt ist oder Motilitätsstörungen nicht von der Azaperonwirkung unterschieden werden können.

KOTTER und Mitarbeiter (50) halten dagegen aus folgenden Gründen die Anwendung von Azaperon für gerechtfertigt:

1. Abschwächung der Transportbelastung
2. Senkung der Transportmortalität
3. Verhinderung von PSE-Fleisch
4. Weitgehender Ausschluß einer mißbräuchlichen Antibiotikaanwendung.

2.2. Kriterien der Fleischqualität

Die nach der Schlachtung im Muskel ablaufenden biochemischen Prozesse können sich besonders in der Anfangsphase der Reifung auf wichtige Kriterien der Fleischqualität auswirken. Die komplizierten Vorgänge der ATP-lyse und Glykolyse lassen sich u.a. indirekt durch Bestimmung des pH-Wertes, der Fleischtemperatur, des Wasserbindungsvermögens und der Fleischfarbe verfolgen.

2.2.1. pH-Wert

Die Messung des pH-Wertes zählt zu den wichtigsten Methoden zur Beurteilung der Fleischqualität im Hinblick auf Haltbarkeit und Verwendungsmöglichkeit. HAMM (40) hat die Beziehung pH-Wert-Fleischqualität umfassend dargestellt.

Der pH-Wert ~~des~~ Muskels im lebenden Schwein beträgt um 7,0. Nach der Entblutung setzt der anaerobe, enzymatische Abbau des Glykogens zu Milchsäure ein (Glykolyse). Die Intensität der Milchsäurebildung hängt dabei wesentlich ab vom Glykogengehalt zum Zeitpunkt der Schlachtung, der Muskeltemperatur sowie dem Pufferungsvermögen des Gewebes (37, 40, 43).

Mit dem Erschöpfen der Glykogenreserven oder Erreichen eines pH-Wertes von 5,4 - bei dem die für diesen Vorgang wichtigen Enzyme inaktiviert werden - ist die Glykolyse abgeschlossen (37, 40).

Der postmortale pH-Verlauf beim Schwein wurde in vielen Untersuchungen verfolgt (11, 21) und in Relation zu der zu erwartenden Fleischqualität gesetzt (3, 11, 18, 21, 43).

BRISKEY und WISMER-PEDERSEN (11) kamen zu einer Einteilung des pH-Wert-Verlaufs in 4 Typen:

- a) eine langsame und allmähliche Senkung auf einen End-pH-Wert von 6,3 bis 5,7 innerhalb von 24 Stunden,
- b) eine allmähliche Senkung innerhalb von 8 Stunden bis ungefähr 5,7 mit einem End-pH-Wert von 5,7 bis 5,3 nach 24 Stunden,
- c) eine relativ schnelle Senkung innerhalb von 3 Stunden auf einen pH-Wert von ungefähr 5,5 sowie einen End-pH-Wert von 5,6 bis 5,3,
- d) eine sehr schnelle Senkung auf einen pH-Wert von etwa 5,1 in ungefähr 1 1/2 Stunden mit einem darauffolgenden Ansteigen auf einen End-pH-Wert von 5,3 bis 5,6. Bei diesem Typ soll "Fleischdegeneration" vorkommen.

Später hielt BRISKEY (13) eine Einteilung des pH-Wert-Verlaufes in 6 Typen für zweckmäßiger:

- a) ein langsamer, allmählicher Abfall auf einen End-pH-Wert von 6,5 bis 6,0 oder darüber (dark muscle),
- b) ein langsamer, allmählicher Abfall auf einen End-pH-Wert von 6,0 bis 5,7 (slightly dark),

- c) ein langsamer Abfall auf annähernd 5,7 in 8 Stunden mit einem End-pH von 5,7 bis 5,3 (normal muscle),
- d) ein relativ schneller Abfall auf annähernd 5,5 in 3 Stunden mit einem End-pH von 5,6 bis 5,3 (slightly PSE=pale, soft, exudative),
- e) ein langsamer bis schneller, aber extrem ausgedehnter Abfall auf einen End-pH von nahezu 5,0 (slightly dark to extremely pale, but in all cases extremely exudative),
- f) ein schneller Abfall auf einen pH von 5,4 bis 5,1 in 1/2 - 1 1/2 Stunden und ein Verharren auf diesem pH oder eine geringe, spätere Anhebung auf 5,3 bis 5,6 (extremely PSE).

Nach Angaben von BENDALL und WISMER-PEDERSEN (2), VAN GILS und VAN LOGTESTIJN (29) sowie KALLWEIT und LOHSE (47) sind pH-Werte zwischen 6,2 und 6,6 45 Min. post mortem als "normal" zu betrachten, während der übliche End-pH-Bereich zwischen 5,5 und 6,3 liegt.

2.2.2. Wasserbindungsvermögen

Nach HAMM (36, 38, 40) liegt das Wasser in der Muskulatur als H y d r a t a t i o n s w a s s e r und als i m m o b i l i s i e r t e s, " f r e i e s " W a s s e r vor. Das Hydratationswasser ist unmittel-

bar an die polaren Gruppen der Muskelproteine, insbesondere an das Actomyosin, gebunden. Der weitaus größere Teil des sogenannten "freien" Wassers wird durch elektrostatische Kräfte zwischen den Peptidketten und im Netzwerk der strukturierten Proteine festgehalten.

"Die Fähigkeit des Fleisches, sein eigenes oder auch zugesetztes Wasser bei Anwendung irgendeiner Kraft festzuhalten", definiert HAMM (40) als das Wasserbindungsvermögen (WBV). Je größer diese Kraft ist, desto mehr Wasser wird aus dem immobilisierten in den freien Zustand übergehen. Das freigesetzte Wasser wird als "locker gebundenes" Wasser bezeichnet.

Das WBV steht in einem engen Zusammenhang zum pH-Wert des Fleisches. Am isoelektrischen Punkt ($\text{pH} = 5,0 - 5,5$) weist der Muskel ein Minimum an Wasserbindungsvermögen (Aufhebung der Ladungen der Seitenketten) auf, das mit dem Anstieg des pH-Wertes zunimmt (36, 38). Dieser bewirkt über Erhöhung der Proteinnettoladung und elektrostatischen Abstoßung eine Vergrößerung des Abstands zwischen den Peptidgruppen der Proteine, was zu einer Zunahme des immobilisierten Wassers führt.

Verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Wasserbindung des Fleisches wurden von GRAU und HAMM zusammengefaßt (34).

Die Bestimmung der Wasserbindung mittels der von ihnen beschriebenen Preßmethode (32, 33, 34) erlaubt in Verbindung mit pH-Wert- und Farbhelligkeitsmessung eine Aussage über die Beschaffenheit von Schweinefleisch. SCHEPER und SCHÖN (72) bestimmten die Menge an locker gebundenem Wasser im M. long. dorsi 45 Minuten post mortem und ermittelten Werte zwischen 65 mg H_2O (schlechtes Safthaltevermögen) und 23 mg H_2O (gutes Safthaltevermögen), sowie 24 Stunden post mortem

Werte zwischen 81 mg H_2O und 60 mg H_2O .

SCHEPER (69) erzielte mit zunehmender Transportentfernung und -dauer einen Anstieg der Menge locker gebundenen Wassers von 30,2 auf 30,8.

2.2.3. Fleischfarbe

Die unterschiedliche Farbe des Fleisches wird nach HAMM (40) vom Myoglobingehalt, den Oxydationsstufen der Hämkomponente und dem Wasserbindungsvermögen bestimmt. Die Tatsache, daß mit zunehmendem pH die Farbe des Fleisches dunkler wird, führt er darauf zurück, daß das Muskeleiweiß bei höheren pH-Werten eine größere Wasserbindung aufweist und deshalb der Anteil des lockeren Wassers im Muskel vermindert sein muß. Der Muskel zeigt daher auch eine geschlossenere Struktur. In Fleisch, dessen Muskelfasern verhältnismäßig stark gequollen und 'eng gepackt' sind ("geschlossene Struktur"), ist die Streuung des auffallenden Lichtes deshalb weniger stark als bei Fleisch von niedrigerem pH-Wert, dessen Fasern durch Schrumpfung 'locker gepackt' sind ("offene Struktur") (40).

JANICKI und Mitarbeiter (45) diskutierten folgende Beziehung zwischen Wasserbindungsvermögen und Fleischfarbe: "Je höher der Muskel hydratisiert sei, umso geschlossen sei die Struktur und umso geringer die Geschwindigkeit, mit der der Sauerstoff zu dem intrazellulären Myoglobin diffundieren könne. Offenbar hemme die geschlossene Struktur von Geweben mit hohem Wasserbindungsvermögen die Diffusion von Sauerstoff".

Demnach hänge die Struktur des Muskelgewebes und somit die Diffusion von Sauerstoff zum Myoglobin vom Wasserbindungsvermögen ab.

Zur Beurteilung der Fleischfarbe können neben der grobsinnlichen Beurteilung verschiedene physikalische Meßmethoden angewandt werden (1, 19, 61, 82).

STEINHAUF und WENIGER (82) fanden engste Beziehungen zwischen einigen Merkmalen der Fleischbeschaffenheit (pH-Wert, Menge an locker gebundenem Wasser nach GRAU und HAMM) und dem Helligkeitswert, der mit Hilfe des photoelektrischen Helligkeitsmessers "GÖFO" ermittelt wurde. Die von ihnen durchgeführten Messungen am Querschnitt des M. long. dorsi erbrachten zwischen der medialen, zentralen und lateralen Meßstelle z.T. signifikante Unterschiede im Helligkeitswert mit Höchstwerten im medialen und den niedrigsten Werten im lateralen Teil des Muskels. Nach ihrer Auffassung sollte deshalb die Messung an der zentralen Meßstelle erfolgen, da sie die engste Beziehung zum Durchschnittswert aufweist.

LINKE und HEINZ (56) ermittelten 24 Std. p.m. am M. long. dorsi, Anschnitt dritter Lendenwirbel, bei normalem Reifungsverlauf durchschnittliche Göfo-Werte von 62, bei PSE-Fleisch Werte um 44,9, am M. adductor, medial, Werte von 78,9 bzw 52,0.

SCHEPER und SCHÖN (72) fanden 45 Min. p.m. bei pH-Werten zwischen 6,4 und 6,0 Göfo-Werte von 74 bis 76, während 24 Std. p.m. bei pH-Werten von 5,6 bis 5,5 Farbhelligkeitswerte zwischen 51 und 57 gemessen wurden.

2.3. Abweichungen in der Fleischqualität

2.3.1. PSE-Fleisch

Unter PSE-Fleisch (pale, soft, exudative) versteht man eine Qualitätsabweichung bei Schweinefleisch, die durch eine beschleunigte Glykolyse gekennzeichnet ist und sich durch blasse Farbe, Anwesenheit von abnorm großen Mengen freier Flüssigkeit im Gewebe und Änderung der Gewebestruktur äußert (2, 72).

Durch diese unerwünschte Fleischeigenschaft wird nicht

nur der Verkaufswert gemindert, sondern sie haben auch erhöhte Gewichtsverluste beim Abhängen, Tropfsaftverluste beim Einfrieren und abnorm hohe Saftverluste bei der Hitzekonservierung zur Folge (40).

Für die Entstehung von PSE-Fleisch müssen die genetische Disposition in Form der Streßempfindlichkeit gegenüber äußeren Belastungen, sowie Umwelteinflüsse, die vor dem Schlachten als "Streß" auf das Tier einwirken, zusammenreffen (3, 13, 27, 39).

Die Entwicklung von PSE-Fleisch kann daher bereits beim lebenden Tier durch die Einwirkung heftiger Stressoren (u.a. O₂-Mangel, Muskelerregung) induziert werden. Wahrscheinlich infolge erblich bedingter Streßempfindlichkeit versagen wichtige Adaptionseinrichtungen wie Nebenniere und Schilddrüse. Folgen sind eine verminderte Fähigkeit des Organismus, Glykogen aufzubauen, eine vorwiegend anaerob verlaufende Glykolyse mit der Anhäufung von Milchsäure im Muskel, mangelhafter Abtransport von Abbauprodukten und ein Absinken des pH-Wertes mit gesteigerter Wärmebildung im Muskel (27, 40).

Wie SYBESMA und HART (84) in einem Versuch mit Piétrain-Schweinen und deutschen veredelten Landschweinen nachwiesen, ist die verschiedene Fleischqualität beider Rassen auf Unterschiede in der Schilddrüsenaktivität zurückzuführen. Durch Anwendung unterschiedlicher Temperaturen konnten sie den Zusammenhang zwischen der Schilddrüsenaktivität und der Fleischqualität bestätigen. Schweine, die auf Temperaturschwankungen mit einer geringeren Ausschüttung von Schilddrüsenhormonen antworteten, wiesen die signifikant schlechtere Fleischqualität auf. In einem weiteren Versuch wurden nach dem Ausbluten intensive Muskelkontraktionen durch Reizung des Musculus longissimus dorsi nachgeahmt. Der Unterschied in der Fleischqualität zwischen gereizten und

nicht gereizten Muskeln war signifikant. Die intensive Reizung bei fehlender Blutzirkulation führte zu PSE-Fleisch. Damit sei die Annahme gesichert, daß beim lebenden Tier intensive Muskelkontraktionen bei unzureichender Blutzirkulation die Fleischqualität nachteilig beeinflussen können.

PSE-Fleisch entsteht erst nach dem Tode des Tieres (40). Dabei spielen biochemische Vorgänge eine bedeutende Rolle (2, 12, 39, 40, 41). Der Verlauf der postmortalen Glykolyse wird von der Menge energiereicher Phosphate (Creatinphosphat), der Aktivität von Enzymen der Glykolyse (Phosphorylase) und der ATPase-Aktivität des Myosins (11, 31) bestimmt. Für die Entstehung von PSE-Fleisch ist nicht der erreichte End-pH-Wert, sondern die Geschwindigkeit des postmortalen pH-Abfalls bei erhöhter Gewebetemperatur entscheidend.

Biochemische Faktoren in normalem und wässrigem Schweinefleisch faßt HAMM (39) in folgendem Schema zusammen:

	<u>Normal</u>	<u>PSE</u>
Bevorzugte Muskelart	dunkel (aerob)	hell (anaerob)
<u>Unmittelbar vor dem Schlachten</u>		
Einfluß von Muskelerregung und Sauerstoffmangel	gering	stark
Milchsäure	wenig	viel
ATP und Creatinphosphat	viel	wenig
Sauerstoffversorgung des Gewebes	gut	schlecht
Produktion von Hormonen der Nebennieren und Schilddrüse	normal	gering
Histaminwirkung bei Streß	gering	stark

	<u>Normal</u>	<u>PSE</u>
<u>Nach dem Schlachten</u>		
pH-Abfall		
(Milchsäurebildung durch Glykolyse)	langsam	rasch
Gewebetemperatur	normal	überhöht
Rigor mortis und ATP-Abbau	langsam	rasch
Muskelproteine (nach Rigor)	nicht denaturiert	zum Teil
Aktivität glykolytischer Enzyme	normal	abnorm
Freisetzung von Ca^{++} aus dem sarkoplasmatischen Retikulum	verzögert	rasch
ATPase-Aktivität des Myosins	normal	hoch

PSE-Kriterien treten dabei besonders an Muskeln mit hellen Fasern, insbesondere am M. long. dorsi, am M. adductor und am M. glutaeus auf (3, 13, 56).

Zur Verringerung der PSE-Merkmale des Fleisches wurden verschiedene Kühlverfahren untersucht. Möglichst rasche Abkühlung des Fleisches sofort nach der Schlachtung kann nachteilige Einflüsse prämortaler Streßfaktoren vermindern (verbessertes WBV, geringerer Tropfsaftverlust) und damit die Fleischqualität verbessern (51, 86).

BORCHERT und BRISKEY (9) bewiesen die Wirksamkeit der Kühlung, indem sie durch Behandlung des Fleisches mit flüssigem Stickstoff einen schnellen postmortalen pH-Wert-Abfall verhinderten. Dieses Verfahren ist allerdings aus Gründen der Wirtschaftlichkeit kaum zu realisieren (40).

2.3.2. DFD-Fleisch

DFD-Fleisch (dry, firm, dark) ist eine Qualitätsabweichung bei Schweinefleisch, die auf einer unvollkommenen Glykolyse beruht und sich durch dunkel-transparente, fest-leimige, trockene Beschaffenheit auszeichnet (13, 43, 72).

Nach VAN LOGTESTIJN (59) entstehen diese Abweichungen durch eine "mehr oder weniger schnelle, höchstens 8 Stunden dauernde pH-Wert-Senkung mit einem End-pH-Wert über 6,5".

Nach Beobachtungen von BRISKEY (13) sowie HILDEBRANDT und Mitarbeiter (43) bleibt die Muskulatur dann dunkelrot, zäh in ihrer Konsistenz und trocken im Aussehen, wenn ermüdete Tiere ohne Ausruhezeit zur Schlachtung gelangen. Sie sind häufig nicht mehr in der Lage, die erschöpften Kohlenhydratreserven zu restituieren. Die Glykogenmenge ist dann zur Erreichung eines normalerweise zu erwartenden End-pH-Wertes von 5,5 - 6,5 zu gering.

Neue Aspekte über die Entstehung von DFD-Fleisch sowie seine Abgrenzung zum PSE-Fleisch wurden von HAMM und POTTAST erörtert (41).

Bei Schweinen mit DFD-Beschaffenheit des Musculus longissimus dorsi fanden sie stets pH_{45} (= pH_1)-Werte zwischen 6,2 und 7,0 und End-pH-Werte über 6,2. In einem Vergleich von DFD- und PSE-Muskeln ermittelten sie in beiden zwar niedrige Glykogengehalte, jedoch im wässrigen, blassen Fleisch einen erhöhten Laktatgehalt. Zum Zeitpunkt der Schlachtung waren bei den Tieren mit DFD-Fleisch die Glykogenreserven erschöpft und das Laktat bereits ins Blut übergetreten, während beim PSE-Fleisch die Hauptmenge des glykolytisch gebildeten Laktats noch im Muskel enthalten war. Somit könnte die

Entstehung von PSE- oder DFD-Fleisch nach ihrer Meinung "von der Durchblutung des Muskels und/oder der Permeabilität der Membranen abhängen".

2.3.3. Verarbeitungsmöglichkeit

VAN LOGTESTIJN (59) sowie VAN GILS und VAN LOGTESTIJN (29) beurteilten PSE-Fleisch wegen der anormalen, blassen Farbe, weichen Konsistenz, des Wasseraustritts bei verpacktem Fleisch und der erhöhten Gewichtsverluste bei Erhitzungsprozessen durch mangelhaftes Wasserbindungsvermögen als "weniger geeignet für den Rohfleischverzehr". Damit ist es vor allem für die Herstellung von Fleischprodukten, die ein gutes Wasserbindungsvermögen erfordern, ungeeignet. Bei der Herstellung von Kochschinken ergibt PSE-Fleisch größere Gewichtsverluste und höhere Geleeanteile während des Pökel- und Kochprozesses.

DFD-Fleisch zeichnet sich durch mangelhafte organoleptische Eigenschaften (schlechteres Aroma, glanzlose, dunkle Farbe, geringe Zartheit) aus. Es ist weniger gut geeignet für die Herstellung von Roherzeugnissen, da pH-Werte, sowie verringerte Salzaufnahme Fäulniseregern bessere Wachstumsbedingungen bieten (29). Besser geeignet ist DFD-Fleisch für die Herstellung von "Brüh- und Kochfleischprodukten" aufgrund des mit steigendem pH-Wert zunehmenden Wasserbindungsvermögens sowie für die Herstellung von "Dosenfleisch" durch seinen geringen Geleeabsatz. Ebenso entsteht bei Tiefgefrieren und Auftauen ein geringerer Dripverlust.

WIRTH (94) untersuchte die Eignung von PSE-Fleisch für verschiedene Verarbeitungsprozesse. Danach können aus PSE-Fleisch panierte Schnitzel von gutem Genußwert hergestellt werden, da durch die Panade die Flüssigkeits-

abgabe stark eingeschränkt wird. Schnitzel und Steaks werden beim Braten durch höhere Saftverluste trocken und zäh.

Nach seiner Auffassung sollte auch auf die Verarbeitung von PSE-Fleisch zu gekochten Pökelfleischwaren wegen hoher Kochverluste und zusätzlicher Qualitätsmängel (trockene, häufig säuerlich schmeckende Schinken) verzichtet werden, während bei der Herstellung von Roh- und Brühwürsten aus PSE-Fleisch keine oder nur geringe Qualitätsmängel zu erwarten sind.

In umfangreichen Untersuchungen verglich MERKEL (66) organoleptische und technologische Eigenschaften von PSE-Fleisch und normalem Schweinefleisch.

Bei der küchenmäßigen Zubereitung von Koteletten mit PSE-Merkmalen wurden signifikant höhere Bratverluste und eine dementsprechend geringere Saftigkeit festgestellt. Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen wurden sie für zarter befunden (3, 94).

Die Gefrierlagerung wirkt sich bei PSE-Fleisch besonders nachteilig aus, da der Feuchtigkeitsverlust gegenüber unverändertem Schweinefleisch um ca. 3% höher lag und deutliche Geschmacksbeeinträchtigungen nachgewiesen wurden.

Nach seiner Auffassung ist auch bei der Brühwurstherstellung die Verwendung von PSE-Fleisch mit höheren Fett- und Geleeabsätzen sowie Mängeln in Farbe und Geschmack verbunden.

Kochschinken von Schweinen mit PSE-Kondition wiesen höhere Produktionsverluste auf. Weiterhin wurden ungleichmäßige Farbe und breiig-weiche Konsistenz beobachtet.

MOERMAN und KROL (67) konnten bei PSE-Schinken ebenfalls höhere Geleeabsätze nachweisen.

2.4. Einfluß verschiedener prämortaler Faktoren auf die Fleischqualität

2.4.1. Streß

SELYE (78, 79) definiert "Streß" als General Adaption Syndrom (GAS), das durch verschiedene Stressoren, zu denen einerseits erhöhte Muskeltätigkeit, psychische Reize, Wärme- und Kältereize, Hunger, Durst, andererseits Infektionen, Verletzungen, Blutverluste oder Vergiftungen gehören, ausgelöst werden kann (26).

Die wichtigsten Adaptionshormone, die bei der Abwehrreaktion zusammenwirken, sind nach BUTTERWORTH und Mitarbeitern (15) die Glukocorticoide (Cortison, Hydrocortison) und Mineralocorticoide (Aldosteron, Desoxycortosteron).

Die Auslösung des General Adaption Syndrom erfolgt über nervöse Initialimpulse, die, auf den Hypothalamus übertragen, eine Reaktion des Hypophysen-Nebennieren-Systems zur Folge haben. Die Gesamtreaktion teilt SELYE (79) in drei Stadien auf:

1. die Alarmreaktion
2. das Stadium der Resistenz
3. das Stadium der Erschöpfung.

Die Alarmreaktion ist gekennzeichnet durch die Ausschüttung von Corticosteroiden.

Im Stadium der Resistenz ist eine Art Anpassung erreicht worden, in der die optimale, auf den jeweiligen Fall genau abgestimmte Abwehrreaktion ausgelöst wird.

Diesen Widerstand des Organismus bezeichnet SELYE (79) auch als "Adaptionsenergie". Früher oder später erschöpft sich dann die erworbene Adaption, d.h., daß das Stadium

der Resistenz nicht unbegrenzt lange erhalten werden kann.
Es kommt zum

Stadium der Erschöpfung, zu einem Zusammenbruch
der Adaptionsfähigkeit und zu einer Erschöpfung
der "Adaptionsenergie".

Nach SELYE (79) erweist sich diese Adaptionsenergie als
"eine bestimmte Menge, von der jeder Organismus nur
einen bestimmten Betrag besitzt". Er vermutet, daß ge-
wisse genetische Faktoren bestimmen, wieviel davon je-
dem neugeborenen Individuum zugeteilt wird.

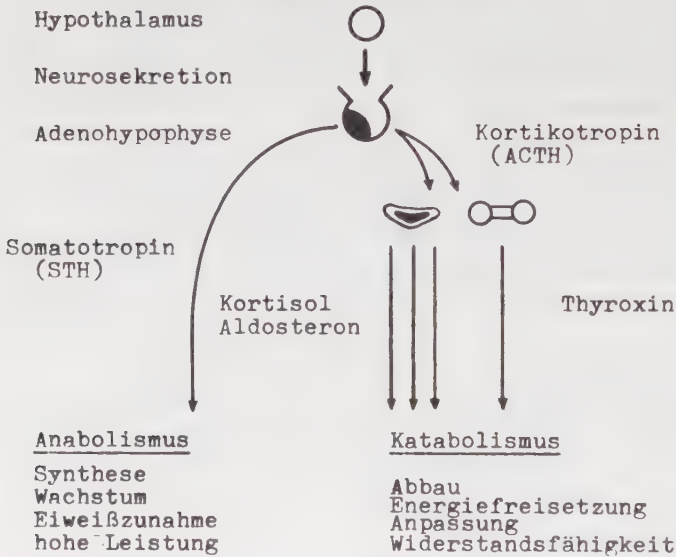
Diese Aussage deckt sich mit der Annahme vieler Unter-
sucher (27, 40, 71, 73, 95), die in der wachsenden
Stressempfindlichkeit des modernen Schlachtschweines
und der sich daraus ergebenden erhöhten Transport-
mortalität und der Qualitätsminderung des Fleisches eine
genetische Disposition vermuten.

Die Hypothesen besagen, daß durch die einseitige Zuchtwahl
der Schweine auf möglichst reichliche Muskelentwicklung
und hohe tägliche Gewichtszunahme die Produktion des
somatotropen Hormons (STH) beträchtlich gesteigert wird.
Der anabolische Effekt des STH hemmt die Produktion
der katabolisch wirkenden Corticosteroide und des ACTH.
Es wurde also ein Schwein gezüchtet, das durch die ver-
ringerte Produktion von Adaptionshormonen kaum noch in
der Lage ist, Stressituationen zu kompensieren (15, 27, 88).

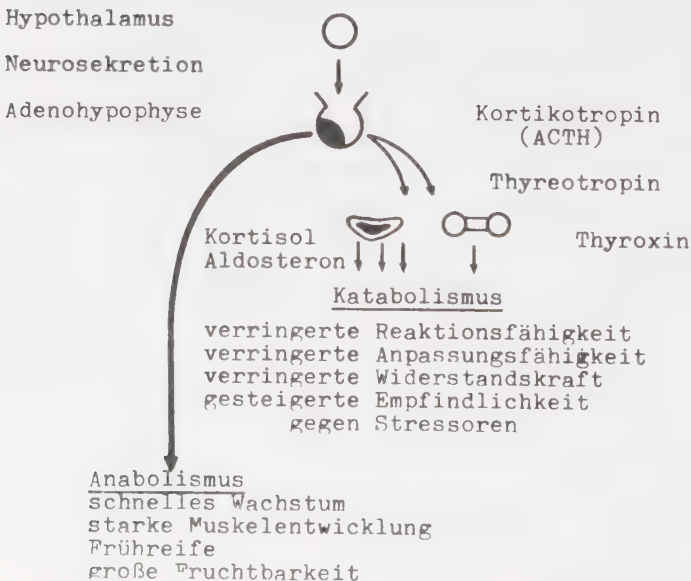
FORENBACHER (27) hat diese Zusammenhänge schematisch wie
umstehend dargestellt:

Die neuro-endokrine Veranlagung der Fleischschweine für
Stoffwechsel- und Adaptionstörungen

I. Normales Endokrinium



II. Gesteigerte somatotrope Sekretion



Als Konsequenz empfiehlt deshalb SCHEPER (73), "der Fleischbeschaffenheit bei der Züchtung größte Aufmerksamkeit zu schenken und die Transportbedingungen der Konstitution der Tiere anzupassen".

2.4.2. Fütterung

LÖHR (62, 63) fordert, die Fütterung der Schweine vor dem Transport zu unterlassen, dafür aber ausreichend zu tränken. Die Umzüchtung der Schweine hat neben endokrinen Funktionsstörungen auch zur Entwicklung einer ungünstigen Relation von Körper- und Herzgewicht geführt. Vor Transportantritt werden stärker gefütterte Tiere durch die ungewohnten Belastungen des Transportes physisch erheblich beansprucht, da es neben der mechanischen Behinderung von Atmung und Kreislauf durch den gefüllten Magen auch zu einer reflektorisch bedingten Verengung der Herzkranzgefäße kommt.

Die Folgen der Überbelastung des in seiner Leistungsfähigkeit eingeschränkten Schweineherzens sind eine mangelnde Blutversorgung von Herzmuskel und lebenswichtigen Organen. Bewußtlosigkeit, Krämpfe und Herztod treten dabei auf. Weiterhin kann durch eine sistierende Verdauungstätigkeit während des Transportes eine Autointoxikation in Folge von Eiweißfäulnisstoffen erfolgen (90).

SCHÖNBERG (75) befürchtete bei Fütterung von Tieren bis zu sechs Stunden vor der Schlachtung durch Übertreten von Keimen aus dem Darm in das Blut eine Gefährdung des Verbrauchers.

Daß eine Fütterung auch aus technologischen Gesichtspunkten nicht ratsam sein kann, zeigt ZUK (98). Gefütterte Tiere weisen nach dem Tode einen signifikant tieferen pH-Wert und ein schlechteres Wasserbindungsvermögen auf als ungefütterte.

SCHEPER (71) stellte fest, daß sich eine Verfütterung von Zucker vor mittellangen Transporten günstig auf

den pH-Wert-Abfall, aber nachteilig auf das Safthaltevermögen auswirkt.

2.4.3. Witterung

STEINHAF (83) berichtet, daß in den letzten Jahren eine auffallende Beziehung zwischen der Häufigkeit des Auftretens von wässerigem Fleisch und den Witterungseinflüssen, besonders der Temperatur, besteht.

Untersuchungen von BRISKEY (13) und SCHEPER (73) ergaben, daß vor allem Temperaturschwankungen, wie sie in den Herbst- und Frühjahrsmonaten häufig vorkommen, für die Entstehung von PSE-Fleisch mitverantwortlich sind. In gleicher Weise erhöhen auch warme Temperaturen in Verbindung mit extrem hohen Luftfeuchtigkeiten den Anteil an PSE-Fleisch während des Schlachtens (43, 52, 98).

CHARPENTIER (21) ermittelte - wenn Schweine 15 Minuten lang einer Umgebungstemperatur von 45° C ausgesetzt wurden - einen direkten Zusammenhang zwischen der Erhöhung der Temperatur und der Entstehung von PSE-Fleisch. Ebenso war das Fleisch "streßempfindlicher" Schweine, die bei 45° C einem einstündigen Hitzestreß unterworfen wurden, blaß, schlaff und von geringem Wasserbindungsvermögen (60).

UNSHELM (88) begründet die auffallende Empfindlichkeit von Schweinen gegenüber Temperaturschwankungen und Hitzeeinflüssen mit der isolierend wirkenden Fettschicht der Tiere und dem weitgehenden Mangel an Schilddrüsenhormonen. Durch Wegfall des Wärmeregulationsmechanismus sollen sie nicht in der Lage sein, ihre Körpertemperatur durch Schwitzen zu senken. Die erhöhte Temperatur ist jedoch ein wichtiges Kriterium für eine beschleunigte postmortale Glykolyse.

2.4.4. Transport

Unter Transportverlusten versteht SOMMER (81) "Totalverluste" und Schädigungen an Schlachttieren während des Transportes vom Erzeugerstall zum Schlachthof.

LÖHR (63) berichtet über den prozentualen Anfall an transportverendeten Schweinen am Schlachthof München. Er stellte zwischen 1963 und August 1972 eine Zunahme der Sterblichkeit um 1,02 % fest.

Nach THELOE (87) sind die Totalverluste von Schweinen auf Transporten zwischen 1960 und 1966 von 0,2 auf 0,75 % angestiegen. Er schätzt den dadurch entstandenen wirtschaftlichen Schaden auf jährlich DM 37,6 Millionen. In weiteren Untersuchungen konnte an 17 Schlachtviehmärkten zwischen 1962 und 1969 eine Zunahme der verendeten Tiere um 0,71 % ermittelt werden.

In den Niederlanden wurde zwischen 1960 und 1967 ein Anstieg von 0,149 auf 0,432 % festgestellt (87).

Der Prozentsatz auf dem Transport verendeter Schweine hat nach Angaben von RODENHOFF (68) und HEUTGENS (42) in der BRD in den letzten 10 Jahren um das Vierfache zugenommen.

Nach SOMMER (81) zählen zu den Transportschäden auch transportbedingte Qualitätsverluste von Schlachtkörpern und Fleisch.

Streußeinflüsse unmittelbar vor der Schlachtung, insbesondere aber auf dem Transport vom Hof zur Schlächtereier führen zu Gewichtsverlusten und minderwertigem Fleisch. Deshalb wird vielfach eine Verbesserung der Transportverhältnisse durch ausreichende Belüftung, genügend Platz und entsprechendem Fahrverhalten gefordert.

Bahntransporten wird aufgrund der schonenderen Transportweise ein gewisser Vorteil eingeräumt (8,87).

Den Einfluß der Transportdauer auf die Fleischqualität untersuchten COLE (22), VAN LOGTESTIJN (59) und SCHEPER (69, 73). Dabei trat mit zunehmender Transportentfernung eine Verlangsamung der postmortalen Glykolyse und eine Verbesserung des Wasserbindungsvermögens ein (69). Bei kurzen LKW-Transporten mit geringer Belastung beobachtete SCHEPER (73) am gleichen Schlachtkörper im Musculus longissimus dorsi PSE-Fleisch und DFD-Fleisch im Schinkenmuskel. Nach mittellangen LKW-Transporten waren im Kotelett gleich häufig PSE- und DFD-Fleisch anzutreffen, während im Schinken DFD-Erscheinungen doppelt so häufig auftraten wie PSE-Abweichungen.

2.4.5. Applikation von Medikamenten

Die medikamentöse Behandlung der Schweine kurz vor der Schlachtung soll die Fleischqualität positiv beeinflussen können. Sedativa, Narkotika oder Muskelrelaxantien führen über die Herabsetzung bzw. Aufhebung der Motilität der Tiere zur Hemmung des Muskelmetabolismus und Verlangsamung der Glykolyse post mortem. Als Folge werden verzögerter pH-Wert-Abfall, tiefere Fleischtemperatur, verbessertes Wasserbindungsvermögen und ansprechendere Fleischfarbe erwartet (4, 16).

CASTEELS und Mitarbeiter (16, 17) untersuchten den Einfluß von Azaperon auf die Fleischqualität. Bei Dosierungen von 0,5 , 1,0 und 1,5 mg Azaperon pro kg Körpergewicht ermittelten sie 45 Min. nach der Schlachtung Temperatur, pH-Wert, Rigorwerte und Farbhelligkeit des Fleisches.

Bei der Dosierung von 0,5 mg/kg Azaperon stellten sie immer ein Absinken der Fleischtemperatur fest. Wurde die

Dosis auf 1,0 - 1,5 mg/kg erhöht, war dieser Effekt noch deutlicher ausgeprägt. Hier registrierten sie auch ein weniger rasches Absinken des pH-Wertes und ein langsames Einsetzen der Totenstarre. Außerdem war das Fleisch von wesentlich ansprechenderer Farbe und wies ein besseres Wasserbindungsvermögen auf.

Einen ähnlichen Effekt beobachteten auch UNSHELM und OLDIGS (89). Bei einer Entfernung von 3,5 bzw. 15 km zwischen Erzeugerbetrieb und Schlachtort und einer Dosierung von insgesamt 80 mg Azaperon ermittelten sie die Fleischbeschaffenheit nach den Kriterien Helligkeit, pH, Quellung und Wasserbindungsvermögen 24 Std. p.m., sowie die Fleischtemperatur 30 Min. p.m. im M. long. dorsi und der Oberschale. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, daß die Azaperonbehandlung bei Transporten über Kurzstrecken von 3,5 km "zu einer, in der Tendenz besseren Fleischqualität" führt. Bei Transportstrecken über 15 km fanden sie bei den behandelten Tieren ein deutlich weniger wässriges und dunkleres Fleisch mit einem höheren pH-Wert als bei den Kontrolltieren. Ebenso war die Fleischtemperatur zugunsten der behandelten Tiere erniedrigt.

DEVLOO und Mitarbeiter (25) ermittelten in Versuchen mit 11 416 Schweinen, denen 1 ml Stresnil[®] verabreicht wurde, Fleischtemperatur und Rigor mortis 27 Min. p.m. Beide Kriterien waren bei der behandelten Gruppe hochsignifikant verbessert.

CHARPENTIER (20) injizierte Piétrain- und Large-White-Schweinen eine Lösung aus Penthotal und Nembutal, sowie Lösungen aus Chlorpromazin und Adrenalin. 45 Min. p.m. wurden der pH₁, 24 Std. nach der Schlachtung der pH₂₄, das Wasserbindungsvermögen und die Fleischfarbe ermittelt. Dabei räumt er der Streßanfälligkeit der einzelnen Rassen größere Bedeutung hinsichtlich der Fleischqualität

ein als den einzelnen Stressoren. So waren die pH_{45} -Werte bei den Piétrain-Schweinen bei gleicher Behandlung immer niedriger als bei den Large-White-Schweinen. Der Einfluß der Anaesthetika übte durch die Verlangsamung des postmortalen pH-Abfalls einen günstigen Einfluß auf das Wasserbindungsvermögen und die Fleischfarbe aus. Die Adrenalininjektion, zur Streßauslösung verabreicht, führte dagegen zu keinem beschleunigten pH-Abfall post mortem.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam BENDALL (4), der durch eine vollständige Lähmung von Schweinen mittels Curare einen verlangsamten postmortalen pH-Abfall erzielte.

GLIHA (30) konnte dagegen durch eine zehntägige orale Verabreichung des synthetischen Glukocorticosteroids Pronison vor der Schlachtung keine Wirkung bezüglich Farbe und Wasserigkeit feststellen. Entgegen seinen Erwartungen war die PSE-Häufigkeit bei den behandelten Tieren sogar größer. Er führte das auf eine zu niedrige Dosierung zurück.

2.4.6. Ausruhezeit

Vor der Schlachtung ist den Tieren eine ausreichende Ruhezeit zu gewähren (14, 24, 44, 54, 98). Fleischhygienerechtlich sind Ausruhezeiten vor der Schlachtung für Tiere vorgeschrieben, die vom Transport erhitzt, stark aufgeregt oder auffällig ermüdet sind (§ 6 Abs. 2 AB.A). Bei der Schlacht tieruntersuchung ist darauf besonders zu achten (§ 3 Abs. 2c AB.A).

Die Ausruhezeiten sollen der Höhe der Transportbelastung angepaßt sein und im allgemeinen 12 - 24 Stunden betragen; bei sehr starker Beanspruchung der Tiere werden 2 - 3 Tage empfohlen (24).

Eine ausreichende Ausruhezeit wirkt sich günstig auf den pH-Wert-Verlauf und damit auch auf die Fleischqualität aus (24, 44).

2.4.7. Betäubung

Auch Betäubung und Betäubungsart beeinflussen den pH-Wert des Fleisches (5, 6, 7, 35, 46, 52, 60, 91).

Die pH-Werte im Fleisch elektrisch betäubter Tiere liegen im allgemeinen um 0,1 bis 0,2 pH-Einheiten höher als bei unbetäubten (5). Nach CO₂-Betäubung wurden dagegen tiefere pH-Werte und eine bessere Haltbarkeit des Fleisches ermittelt (46).

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material und Versuchsbedingungen

Die Versuche wurden während der Monate Dezember, Februar und März in einer Fleischwarenfabrik an 190 Schweinen der Rasse "Deutsches Landschwein" durchgeführt. Die Außentemperatur während der Versuche schwankte zwischen $+7,0^{\circ}\text{C}$ und $+12,0^{\circ}\text{C}$, der durchschnittliche Luftdruck lag bei 763 mm Hg. Zur Untersuchung kamen Mastschweine in einem Alter von 6 - 8 Monaten mit einem Lebendgewicht zwischen 106 und 119 kg. Sie stammten alle aus Mastbetrieben, die in einem Umkreis von ca. 50 km um die Fleischwarenfabrik lagen. Die letzte Fütterung beim Mäster erfolgte im Schnitt 12 Stunden vor Transportbeginn. Die Schweine erhielten dabei ein Drittel bis die Hälfte ihrer normalen Tagesration. Sie betrug im Durchschnitt 3 kg Fertigfuttermischung.

Das Azaperon wurde den Tieren beim Verlassen des Stalls nach Vorschrift tief intramuskulär am Hals verabreicht. Eine Sedierung konnte bereits 5 bis 10 Minuten später beobachtet werden.

Bei der Verladung hatten die Tiere im Schnitt eine Strecke von 25 m zurückzulegen. Sie wurden mittels elektrischer Treibstöcke zum LKW getrieben.

Der Transport der Tiere erfolgte im offenen LKW, wobei die Liegefläche pro Tier ca. $0,3\text{ m}^2$ betrug. Die behandelte Gruppe wurde von der unbehandelten durch ein Holzgitter getrennt.

Während des Transportes, der durchschnittlich eine Stunde dauerte und absichtlich über kurvenreiche und schlechte Straßen ging, schliefen die behandelten Tiere. Die unbehandelten waren dagegen stark erregt.

Nach Ankunft im Schlachthof wurden die Tiere sofort über einen Treibgang von ca. 20 m Länge in die Boxen getrieben. Sie verblieben dort durchschnittlich 72 Minuten. Anschließend wurden die Schweine in der nahegelegenen Tötungsbox elektrisch betäubt und entblutet.

3.2. Methodik

Die Untersuchungen wurden in drei Versuchsreihen durchgeführt. In Versuchsreihe I standen 50 Tiere zur Verfügung, von denen die Hälfte mit 2 cm³ Stresnil[®] (= 80 mg Azaperon) behandelt wurde. In Versuchsreihe II wurden die Untersuchungen an 100 Tieren durchgeführt. Die Dosierung war gegenüber Versuch I auf 3 cm³ Stresnil[®] (= 120 mg Azaperon) erhöht worden. In Versuchsreihe III wurde die gleiche Dosierung angewandt wie in II. Die Tiere kamen jedoch sofort nach der Ankunft für eine Stunde in eine "Klimakammer", die auf eine Temperatur von +45⁰ C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 70% eingestellt war. Diese Schweine wurden sofort nach Verlassen der Klimakammer geschlachtet.

Die Schlachtkörperhälften blieben bis zur Vornahme der ersten Untersuchungen 45 Minuten p.m. in der Schlachthalle bei einer Raumtemperatur von +12⁰ C hängen. Anschließend wurden die Schweinehälften in einen Kühlraum verbracht und dort bei +2⁰ C auf die Kühlraumtemperatur heruntergekühlt. 2 Tage nach der Schlachtung erfolgte die Zerlegung der Hälften, aus deren Schlegel Schinken nach einem konventionellen Verfahren hergestellt wurden. Nach Muskelspritzung mit einer Lake von 18 Baumé-Graden, dreitägiger Pökellung in einer Schwimmlake von 16 Baumé-Graden und eintägigem Durchbrennen wurden die Schinken vier Stunden bei 45⁰ C geräuchert und anschließend

6 1/2 Stunden bei 72° C im Autoklaven erhitzt. Nach 12 Stunden Kühlung bei +4° C wurden Kochverlust und Genußwert der Schinken ermittelt.

Zur Bewertung der Qualitätsmerkmale wurden folgende Messungen und Bestimmungen herangezogen:

1. die pH-Werte 45 Minuten (pH_{45}) und 24 Stunden (pH_{24}) p.m., außerdem wurde der pH-Wert des Schinkens am Ende der Lakepökellung bestimmt.
Die pH-Messung erfolgte mit einem batteriebetriebenen pH-Meter der Firma L. Püsl, München, Type B 124 und einer Einstab-Glas-Elektrode des Typs 1290 K;
2. die Fleischtemperatur 45 Minuten p.m. ($^{\circ}\text{C}_{45}$), gemessen mit einem batteriebetriebenen technischen Sekunden-Thermometer, MF 106 F, der Firma O. Günthel, Lemgo;
3. die Farbhelligkeit 45 Minuten (Göfo_{45}) und 24 Stunden (Göfo_{24}) p.m., ermittelt mit dem Göfo-Gerät der Firma Schütt jun., Göttingen. Das Prinzip der Messung mit diesem tragbaren Gerät besteht darin, daß ein ausgesandter Lichtstrahl, von der Fleischfläche reflektiert, über ein Filtersystem auf eine Fotozelle fällt, deren abgegebene Stromstärke auf einem Mikro-Ampèremeter abgelesen ein Maß für die Farbintensität ergibt (1, 80);
4. die Menge an locker gebundenem Wasser mittels der Preßmethode von GRAU-HAMM (32, 33, 34) 45 Minuten ($\text{mg H}_2\text{O}_{45}$) und 24 Stunden ($\text{mg H}_2\text{O}_{24}$) p.m.
Dazu werden 0,3 g einer Muskelprobe mittels eines SCHÖNBERG'schen Kompressoriums gequetscht und das ausgetretene Wasser von einem Filterpapier aufgesaugt.
Nach Markierung der Fleischfläche auf dem Filterpapier kann aus dem Unterschied zwischen Flüssigkeits- und Fleischfläche die Menge des locker gebundenen Wassers

nach der Formel

$$\text{mg H}_2\text{O} = \frac{\text{Fläche in cm}^2}{0,0948} - 8$$

errechnet werden.

Bis auf die Preßmethode wurden die Bestimmungen sowohl am M. long. dorsi in Höhe des dritten Lendenwirbels als auch am M. adductor durchgeführt;

5. das Safthaltevermögen einer Muskelprobe aus den geräucherten Schinken mit einem Hitzebelastungstest nach KOTTER, PRÄNDL und TERPLAN (49).

Zur Prüfung des Safthaltevermögens beim Erhitzen werden 100 g schieres, durch die 4 mm-Lochscheibe gewolfte Fleisch in einem vorgewogenem Sieb für drei Minuten in kochendes Wasser gehalten und kurz mit kaltem Wasser abgespült. Nach einer Abtropfzeit von fünf Minuten wird das Fleisch zurückgewogen. Die Gewichts Differenz entspricht dem prozentualen Gewichtsverlust;

6. die Erhitzungsverluste der Schinken aus der Gewichts Differenz zwischen den geräucherten, zugeschnittenen Schinken und dem gekochten und anschließend gekühlten Schinken;
7. der Genußwert der Schinken nach einem modifizierten Karlsruher 9-Punkteschema. Von 5 geschulten Prüfern wurden äußere Beschaffenheit der Schinken, Farbe, Konsistenz, Zusammenhalt, Oberfläche, Geruch und Geschmack bewertet. 63 Punkte waren insgesamt erreichbar.

Aus jeweils drei Messungen wurde für jedes Kriterium der Mittelwert errechnet.

Die Signifikanz (+) der Ergebnisse wurde mit dem t-Test auf dem Niveau von $\alpha = 5\%$ geprüft.

3.3.1. Versuchsreihe I

In Versuchsreihe I (Tab. 1 und 2) wurden die Untersuchungen an 50 Mastschweinen durchgeführt. Die Hälfte der Tiere wurde mit 2 cm³ Stresnil[®] behandelt, der Rest diente als Kontrolle. Die in Tab. 1 (S. 37) angegebenen Werte liegen sowohl bei den behandelten als auch bei den unbehandelten Tieren im Normalbereich (3, 37, 39, 43). Nur bei wenigen Beurteilungsmerkmalen ist ein statistisch abgesicherter, positiver Einfluß von Azaperon zu erkennen. Dies gilt vor allem für die Fleischtemperaturen, die 45 Min. p.m. bei den behandelten Tieren in beiden Muskeln signifikant niedriger liegen als bei den Kontrolltieren. Bei der Azaperongruppe sind die höheren pH-Werte nur im M. adductor 45 Min. p.m. und im M. long. dorsi 24 Std. p.m. statistisch gesichert. Im M. adductor weist die Kontrollgruppe einen besseren pH₂₄-Wert auf.

Die Unterschiede in der Farbhelligkeit zwischen Versuchs- und Kontrolltieren sind weder nach 45 Min. noch nach 24 Std. p.m. signifikant. Für die Kontrolltiere wurden sogar im M. adductor 45 Min. nach der Schlachtung signifikant höhere Göfo-Werte ermittelt. Auch die Menge an locker gebundenem Wasser war zu beiden Meßzeitpunkten bei den unbehandelten Tieren signifikant geringer. Die während der Kochschinkenherstellung ermittelten Werte (Tab. 2) waren geringfügig zugunsten der Kontrollgruppe verbessert, wobei jedoch nur der Unterschied im pH-Wert statistisch gesichert ist.

VERSUCHSREIHE I

37 -

DOSIERUNG: 2 cm³ Stressnil® = 80 mg AZAPERON

ANZAHL DER TIERE: 50 (25 AZAPERON-behandelte Tiere, 25 Kontrolltiere)

Tab. 1

Beurteilungs- merkmale FLEISCH	M. long. dorsi					t-Test $\alpha = 5\%$	M. adductor					
	AZAPERON- Gruppe			Kontroll- Gruppe			AZAPERON- Gruppe			Kontroll- Gruppe		t-Test $\alpha = 5\%$
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$		s	$\bar{x}$	s			
$^{\circ}C_{45}$	37,6	1,10	38,4	1,64	+	35,7	1,66	36,4	223	+		
pH ₄₅	6,4	0,35	6,3	0,31	-	6,5	0,21	6,4	0,23	+		
Göfo ₄₅	63,5	6,13	62,0	5,02	-	87,8	4,98	89,5	4,14	+		
mg H ₂ O ₄₅	46,2	12,17	41,6	9,04	+	—	—	—	—	—		
pH ₂₄	5,6	0,19	5,5	0,30	+	5,9	0,31	6,0	0,36	-		
Göfo ₂₄	62,2	7,10	60,2	7,95	-	88,0	7,12	88,5	6,50	-		
mg H ₂ O ₂₄	52,5	10,05	47,6	10,61	+	—	—	—	—	—		

VERSUCHSREIHE I

DOSIERUNG: 2 cm³ Stresnil® = 80 mg Azaperon

ANZAHL DER TIERE: 50 (25 AZAPERON-behandelte Tiere, 25 Kontrolltiere)

Tab. 2

Beurteilungseigenschaften Schinken	AZAPERON - Gruppe		Kontrollgruppe		t - Test $\alpha = 5\%$
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
pH - Wert nach der Pökellung	5,5	0,14	5,6	0,18	+
Kochverlust der Muskelpollen(%)	30,6	4,98	29,3	5,88	-
Kochverlust der Schinken (%)	17,0	3,70	15,8	3,28	-
Sensorische Bewertung (Punktzahl)	45,0	—	46,0	—	—

3.3.2. Versuchsreihe II

In Versuchsreihe II standen 100 Tiere zur Verfügung. Davon erhielten 50 Tiere eine Azaperoninjektion, der Rest blieb unbehandelt und diente als Kontrolle. Die Dosierung wurde gegenüber Versuchsreihe I auf 3 cm³ Stresnil[®] erhöht, da bei der geringeren Dosismenge kein Einfluß von Azaperon auf Kriterien der Fleischqualität zu erkennen war. Auch hier weisen sämtliche Werte auf eine normale Fleischbeschaffenheit hin (Tab. 3).

Bei dieser Dosierung waren nahezu alle Fleischparameter mit Ausnahme der Gfowerte 45 Min. und 24 Std. p.m. und des pH₂₄-Wertes im M. adductor bei den Versuchstieren signifikant besser. Die Wirkung des Sedativums ist vor allem bei den 45 Min. p.m. im M. long. dorsi ermittelten Werten zu erkennen. 24 Stunden nach der Schlachtung sind in diesem Muskel zwar immer noch statistisch gesicherte Unterschiede zwischen beiden Gruppen vorhanden, die Werte haben sich jedoch wie im M. adductor weitgehend angeglichen. Ebenfalls weisen die während des Herstellungsprozesses und am Kochschinken durchgeführten Untersuchungen (Tab. 4) bessere Werte zugunsten der Azaperon-behandelten Tiere auf. Eine Signifikanz besteht jedoch nur beim pH-Wert des rohen, gepökelten Schinkens.

Tab. 3

Beurteilungs- merkmale FLEISCH	M. long. dorsi				M. adductor			
	AZAPERON - Gruppe		Kontroll - Gruppe		AZAPERON - Gruppe		Kontroll - Gruppe	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
$^{\circ}\text{C}_{45}$	37,0	0,71	38,8	0,75	36,1	1,05	37,2	1,00
pH_{45}	6,3	0,35	6,0	0,43	6,3	0,25	6,0	0,45
Göfo ₄₅	72,5	5,40	68,5	6,70	87,0	4,40	86,5	4,60
mg H ₂ O ₄₅	43,4	14,50	48,5	11,60	—	—	—	—
pH_{24}	5,6	0,30	5,5	0,30	6,0	0,30	6,0	0,30
Göfo ₂₄	69,5	6,70	66,0	7,10	87,8	5,48	87,1	4,33
mg H ₂ O ₂₄	50,7	13,38	54,5	10,34	—	—	—	—

VERSUCHSREIHE II

- 41 -

DOSIERUNG: 3 cm³ Stressnil[®] = 120 mg AZAPERON

ANZAHL DER TIERE: 100 (50 AZAPERON-behandelte Tiere, 50 Kontrolltiere)

Tab. 4

Beurteilungsmerkmale Schinken	AZAPERON - Gruppe		Kontrollgruppe		t-Test $\alpha = 5\%$
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
pH - Wert nach der Pökellung	6,0	0,29	5,8	0,20	+
Kochverlust der Muskelproben (%)	26,0	5,64	27,3	6,37	-
Kochverlust der Schinken (%)	14,1	3,04	14,5	2,48	-
Sensorische Bewer- tung (Punktzahl)	51,0	—	50,0	—	—

3.3.3. Versuchsreihe III

In Versuchsreihe III (Tab. 5) erhielten 20 der 40 Versuchstiere dieselbe Dosierung wie in Versuchsreihe II. Die im Vergleich zu den vorhergehenden Versuchsreihen wesentlich ungünstigeren Bedingungen äußern sich in allgemein schlechteren Werten. Dies ist besonders deutlich an den pH_{45} -Werten im M. long. dorsi und den Göfo_{24} -Werten zu erkennen. Schwache PSE-Konditionen sind jedoch nur im M. long. dorsi der Kontrollgruppe bei pH_{45} und Göfo_{24} vorhanden.

Ein statistisch gesicherter positiver Einfluß der Azaperonbehandlung läßt sich nur im M. long. dorsi bei Temperatur sowie Farbhelligkeit 45 Min. und 24 Std. p.m. nachweisen.

Auswirkungen der Azaperonapplikation auf die Kochschinkenherstellung konnten auch in diesem Versuch nicht mehr festgestellt werden (Tab. 6).

VERSUCHSREIHE III

- 43 -

DOSIERUNG: 3 cm³ Streasil® = 120 mg AZAPERON

ANZAHL DER TIERE: 40 (20 AZAPERON-behandelte Tiere, 20 Kontrolltiere)

Tab. 5

Beurteilungs- merkmale FLEISCH	M. long. dorsi					M. adductor				
	AZAPERON Gruppe		Kontroll - Gruppe		t-Test $\alpha = 5\%$	AZAPERON - Gruppe		Kontroll - Gruppe		t-Test $\alpha = 5\%$
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
$^{\circ}\text{C}_{45}$	38,1	1,02	39,2	1,50	+	35,3	2,17	35,7	1,60	-
pH ₄₅	6,0	0,48	5,9	0,40	-	6,1	0,35	6,2	0,22	+
Göfo ₄₅	64,2	7,44	61,6	6,45	+	80,3	4,90	79,3	3,82	-
pH ₂₄	5,6	0,11	5,6	0,16	-	6,0	0,31	6,0	0,28	-
Göfo ₂₄	60,3	6,77	54,8	9,02	+	77,9	5,21	76,5	4,53	-

VERSUCHSREIHE III

DOSIERUNG: 3 cm³ Streasil® = 120 mg AZAPERON

ANZAHL DER TIERE: 40 (20 AZAPERON-behandelte Tiere, 20 Kontrolltiere)

Tab. 6

Beurteilungsmerkmale Schinken	AZAPERON - Gruppe		Kontrollgruppe		t-Test $\alpha = 5\%$
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
pH-Wert nach der Pökellung	5,8	0,19	5,8	0,28	—
Kochverlust der Schinken (%)	11,7	2,65	11,6	1,42	—
Sensorische Bewer- tung (Punktzahl)	42,0	—	44,0	—	—

4. Diskussion der Ergebnisse

Transportmortalität und streßbedingte Abweichungen der Fleischqualität bei Schlachtschweinen werden in zunehmendem Maße als ernsthaftes Problem betrachtet (10, 16, 17, 18, 25, 43, 53, 62). Von den in Frage kommenden Lösungsmöglichkeiten dieses Problems sollte die Änderung der Transportformen mit Vorrang betrieben werden, der Einsatz von Tranquilizern erscheint als flankierende Maßnahme diskutabel, während auf lange Sicht die Züchtung streß-resistenter Schweinerassen nachhaltige Erfolge bringen dürfte.

Nach KOTTER und Mitarbeiter (50) ist die Behandlung von Schlachtschweinen mit dem Sedativum Azaperon unter der Voraussetzung, daß bis zum Verzehr keine oder nur technisch unvermeidbare und gesundheitlich unbedenkliche Restmengen vorhanden sind, infolge einer Reihe von gesicherten bzw. hypothetischen Vorteilen zu rechtfertigen. Dazu zählt auch die Verhinderung streßbedingter Abweichungen der Fleischqualität. Um zur Klärung dieser Frage beizutragen, erschien es notwendig, neben bereits vorliegenden, umfangreichen Untersuchungen von streßempfindlichen Rassen wie Piétrain und Belgische Landrasse entsprechende Versuche mit Deutschen Landschweinen unter praxisnahen Bedingungen durchzuführen und neben aussagefähigen Parametern der Fleischqualität auch die Auswirkungen auf überschaubare technologische Vorgänge zu verfolgen (15, 16, 25, 88).

Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den drei Versuchsreihen ergibt, daß nur wenige der zur Objektivierung der Fleischqualität herangezogenen Merkmale durch die Azaperon-Behandlung statistisch gesichert beeinflusst werden. Zu diesen zählt die Fleischtemperatur, die bei den behandelten Tieren ausnahmslos signifikant niedriger lag.

Gesichert höhere pH-Werte 45 Min. p.m. wurden nur in Versuchsreihe II bei einer Dosierung von 120 mg Azaperon festgestellt, während 24 Std. p.m. die pH-Werte nur noch im *M. long. dorsi* sowohl in Versuchsreihe I als auch in Versuchsreihe II signifikant höher waren. Die deutlich besseren Fleischtemperaturwerte 45 Min. p.m. bzw. pH- und Göfo-Werte 45 Min. und 24 Std. p.m. im *M. long. dorsi* in Versuchsreihe II zeigten auch Auswirkungen auf das Wasserbindungsvermögen, das zu beiden Bestimmungszeiten signifikant besser war. Bei den 24 Std. p.m. durchgeführten Untersuchungen ist in allen Versuchsreihen eine weitgehende Angleichung der 45 Min. nach der Schlachtung festgestellten Unterschiede zu beobachten. Es stellten sich pH_{24} -Werte von 5,6 bzw. 5,5 ein, die auch von SCHEPER (72, 74) trotz sehr unterschiedlicher pH-Bereiche eine Stunde nach der Schlachtung nachgewiesen wurden.

Die Bestimmungen der Göfo-Werte bzw. der Menge an locker gebundenem Wasser ergibt 24 Std. p.m. zwar schlechtere Werte als 45 Min. p.m., jedoch ist diese Verschlechterung nicht so ausgeprägt wie in den Untersuchungen von SCHEPER (74). Offensichtlich verhinderte die intensive Kühlung eine weitere Verschlechterung der zur Beurteilung der Fleischqualität herangezogenen Merkmale (7, 51). Die Unterschiede der Merkmale sind aber offensichtlich zu gering, um sich entscheidend auf die Kochschinkenherstellung auszuwirken, zumal sie sich 24 Std. nach der Schlachtung und während der Pökellung noch stärker zu verlieren scheinen. Eine ähnliche Beobachtung wurde auch von MERKEL (66) gemacht, der nach dem Pökelvorgang die im Fleisch vorhandenen signifikanten Unterschiede nicht mehr nachweisen konnte.

Die deutlicheren Unterschiede der 45 Min. p.m. festgestellten Merkmale im M. long. dorsi für die Kochschinkenherstellung besitzen nur einen beschränkten Aussagewert, da die Kotelettmuskulatur mit ihren vorwiegend hellen Fasern häufiger Qualitätsabweichungen aufweist (40, 55, 56). Lediglich bei pH_{45} -Werten unter 5,6 im M. long. dorsi sind auch im Schinken mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% pH-Werte unter 5,8 mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Fleischqualität zu erwarten. Bei pH_{45} -Werten über 6,0 im Kotelett treten abweichende Eigenschaften im Schinken nur vereinzelt auf (74).

Die Beeinflussung der Fleischqualität durch Azaperon wurde auch in anderen Untersuchungen nachgewiesen (16, 17, 25, 89). Ein direkter Vergleich mit den eigenen Ergebnissen ist jedoch durch unterschiedliche Versuchsbedingungen, anderes Tiermaterial und z.T. wenig detaillierte Angaben erschwert.

Übereinstimmend ist jedoch bei allen Untersuchungen die 30 - 45 Min. p.m. ermittelte Fleischtemperatur bei den Azaperon-behandelten Tieren niedriger. Nach CASTEELS und Mitarbeiter (16) kann dies auf die hemmende Wirkung von Azaperon auf den Muskelmetabolismus zurückgeführt werden. Infolge des geringeren Abbaues an Kreatinphosphat und Adenosintriphosphat sind die Reserven an energiereichen Phosphaten zum Zeitpunkt der Schlachtung größer und verhindern eine beschleunigte postmortale Glykolyse mit hohen Fleischtemperaturen und raschem pH-Abfall. BENDALL (4) hat die Bedeutung eines verzögerten ATP-Abbaus für pH-Verlauf und Fleischqualität durch intravenöse Injektion von d-Tubocurarinchlorid, das zu einer nahezu vollständigen Muskelrelaxation zum Zeitpunkt der Schlachtung führte, nachweisen können. Die behandelten Tiere zeigten einen deutlich verzögerten pH-Abfall und eine weitaus bessere Fleischqualität auf.

Bei der Dosierung von 80 mg Azaperon war die Hemmwirkung auf den Muskelmetabolismus offensichtlich noch zu gering, da die pH-Wert-Unterschiede 45 Min. p.m. unbedeutend waren. Dieser Befund deckt sich weitgehend mit den Beobachtungen von CASTEELS und Mitarbeiter (16), der bei einer Dosierung von 50 bzw. 100 mg kaum gesicherte pH-Wert-Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Tieren ermitteln konnte. Erst mit 120 mg Azaperon in Versuchsreihe II bzw. 150 mg bei der Untersuchung von CASTEELS und Mitarbeiter (16) waren die pH_{45} -Werte bei der Azaperongruppe deutlich und signifikant höher.

Die Belastungen der beiden ersten Versuchsreihen waren für das verwendete, offensichtlich wenig streßempfindliche Tiermaterial zu gering, um die zur Beurteilung der Fleischqualität herangezogenen Merkmale von der Norm abweichend zu beeinflussen. In beiden Versuchsreihen lagen die pH-Werte 45 Min. p.m. über 6,0 und die Fleischtemperaturen unter 40°C . Bei niedrigeren pH-Werten bzw. höheren Temperaturen zu diesem Zeitpunkt ist in den meisten Fällen PSE-Fleisch zu erwarten (3, 13, 43). Dabei scheint die unterschiedliche Streßempfindlichkeit der verschiedenen Schweinerassen einen stärkeren Einfluß auf die Fleischbeschaffenheit zu haben als Belastungen vor der Schlachtung. Bei gleicher Behandlung lieferten Piétrain-Schweine eine schlechtere Fleischqualität als Large-White-Schweine (20).

HAMM (40) ordnet das Deutsche Landschwein dem weniger streßempfindlichen Typ zu.

So lagen auch bei ZUK (98), der den Einfluß verschiedener prämortaler Faktoren auf die Fleischqualität an 300 Deutschen Landschweinen untersuchte, die pH-Werte und die Menge an locker gebundenem Wasser 45 Min. nach der Schlachtung im normalen Bereich.

In den Untersuchungen von CASTEELS und Mitarbeiter (16) dagegen, die mit Piétrain-Schweinen, der Belgischen Landrasse bzw. mit Kreuzungen der beiden arbeiteten, waren häufig, auch bei den behandelten Tieren, PSE-Merkmale vorhanden. Bei der höheren Dosierung war aber eine Abschwächung zu erkennen.

Nach CHARPENTIER (21) sowie BRISKEY und Mitarbeiter (13) begünstigen hohe Temperaturen, verbunden mit einer extremen Luftfeuchtigkeit bzw. krasse Temperaturunterschiede, besonders von kalt nach warm, die Entwicklung von PSE-Fleisch. Deshalb wurden in Versuchsreihe III die Tiere unmittelbar nach dem Transport bei Temperaturen von $+9^{\circ}\text{C}$ in einer Klimakammer einer Temperatur von $+45^{\circ}\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% für die Zeitdauer von einer Stunde ausgesetzt. Drei Kontrolltiere mußten vorzeitig aus der Kammer entfernt werden, um ihren Exitus zu vermeiden. Die behandelten Tiere schienen die ungünstigen Klimaverhältnisse besser zu ertragen.

Die 45 Min. nach der Schlachtung ermittelten Werte sind aufgrund der Hitzebelastung allgemein schlechter und weisen im M. long. dorsi der Kontrollgruppe zum Teil mäßige PSE-Konditionen auf (10). 24 Std. p.m. liegen jedoch keine streßbedingten Abweichungen mehr vor. Die stärkere Belastung zeigte nur auf die organoleptischen Eigenschaften der Kochschinken nachteilige Auswirkungen. Bei den Schinkenscheiben beider Gruppen wurde schlechter Zusammenhalt, Saftaustritt und, wie auch MERKEL (66) bei PSE-Schinken fand, teigige Konsistenz beanstandet.

Die Einwände (92) gegen eine Behandlung von Schlachtschweinen mit Azaperon gewinnen an Bedeutung, wenn eine wesentliche Forderung des Azaperon-Einsatzes, nämlich Verhinderung bzw.

Abschwächung von Qualitätsabweichungen (50), nicht oder nur unter bestimmten Voraussetzungen eingehalten werden kann. So räumten CASTEELS und Mitarbeiter (17) ein, daß unter praktischen Bedingungen beträchtliche Unterschiede hinsichtlich Transportdauer, Behandlung der Tiere, Schlachtung usw. unterschiedliche Effekte erwarten lassen.

So soll z.B. eine Behandlung ohne positive Auswirkung auf die Fleischqualität bleiben, wenn keine Trennung zwischen sedierten und unbehandelten Tieren erfolgt oder verschiedene Manipulationen während der Sedierungsphase durchgeführt werden. Tiere, die im Wirkungsoptimum zu ungewohnten Aktionen gezwungen werden, würden durch starke Erregung "vorrätige Energiereserven" rasch abbauen. Unter solchen Umständen sei mit keiner Verbesserung der Fleischqualität zu rechnen (17).

Damit wäre die Sedationsphase nur auf die reine Transportzeit zu beschränken. Unter Praxisbedingungen wird dies schwerlich einzuhalten sein. Abgesehen davon dürfte sicherlich eine Sedierung auch während der Einwirkung anderer Streßfaktoren, wie Be- und Entladen, Kontakt mit stallfremden Tieren, unsachgemäße Behandlung vor der Tötung usw. von Vorteil sein. Da der Metabolismus von Azaperon nach der Tötung des Tieres unterbrochen wird, ist aber ohne längere Wartezeit mit einer höheren Konzentration von Rückständen zu rechnen.

Wird dagegen nach dem Transport eine ausreichende Ausruhezzeit gewährt, dürfte eine länger zurückliegende Azaperon-Behandlung nach einer erneuten, sich auf die Fleischbeschaffenheit ungünstig auswirkenden Manipulation wirkungslos sein. Da sich nach einer mehrstündigen Wartezeit transportbedingte Streßeinflüsse ohnehin abschwächen, ist auch unter diesem Gesichtspunkt, abgesehen von einer Erniedrigung der Transportmortalität, keine echte Indikation für eine Azaperon-Behandlung gegeben.

Lebensmittelrechtlich bestehen bei kontrollierter Anwendung, d.h., wenn sichergestellt ist, daß im Fleisch nur noch gesundheitlich unbedenkliche Spuren enthalten sind, keine Bedenken gegen den Einsatz von Azaperon. Unter diesen Bedingungen kommt, entgegen der Auffassung von WENZEL (92), weder § 3 Abs. 1 LMG zur Anwendung, da solches Fleisch nicht geeignet ist, die menschliche Gesundheit zu schädigen, noch § 34 Nr. 17 FG, da dann kein "Gift in schädlichen Mengen" im Gewebe zurückbleibt. Nicht ganz von der Hand zu weisen ist allerdings sein Argument, daß die Möglichkeiten bei der Lebendtieruntersuchung eingeschränkt sein könnten. Man kann daher der Auffassung von KOTTER und Mitarbeiter (50) folgen, und zwar nicht nur im Hinblick auf ihre lebensmittelrechtlichen Ausführungen, sondern vor allem auch in ihrer Gesamtbeurteilung des Azaperoneinsatzes. Das gilt zumindest für die Argumente der Abschwächung von Transportbelastungen, die auch aus tierschützerischen Gesichtspunkten erwünscht sind, sowie des weitgehenden Ausschlusses mißbräuchlicher Antibiotikaaanwendung.

5. Zusammenfassung

1. An 95 Deutschen Landschweinen wurde der Einfluß einer Sedation mit Azaperon (Stresnil[®]) vor Transportbeginn auf wichtige Kriterien der Fleischqualität und die Kochschinkenherstellung untersucht.
Die gleiche Anzahl von Schweinen diente als Kontrolle.
2. In Versuchsreihe I erhielten die Tiere 80 mg, in Versuchsreihe II und III 120 mg Azaperon.
3. Nach einem Transport von ca. 50 km und einer Ruhezeit von durchschnittlich 72 Min. erfolgte in Versuchsreihe I und II die Schlachtung der Tiere, während in Versuchsreihe III die Schweine noch einem zusätzlichen Hitzestreß ausgesetzt wurden.
4. Zur Bewertung der Fleischqualität wurden folgende Messungen und Bestimmungen herangezogen: die Fleischtemperatur 45 Min. p.m., der pH-Wert, das Wasserbindungsvermögen und die Farbhelligkeit am M. long. dorsi und M. adductor 45 Min. und 24 Std. p.m., der pH-Wert des Schinkens am Ende der Lakepökung, das Saffthaltevermögen von Muskelproben aus den geräucherten Schinken sowie Kochverlust und Genußwert der Schinken.
5. In allen Versuchsreihen war bei der Azaperon-Gruppe die Fleischtemperatur signifikant erniedrigt.
6. Die pH-Werte 45 Min. p.m. liegen, abgesehen vom pH₄₅₋Wert im M. adductor in Versuchsreihe III, bei den behandelten Tieren höher. Gegenüber den

Kontrollgruppen sind die Unterschiede jedoch nicht immer statistisch abzusichern. Farbhelligkeitswerte und Wasserbindungsvermögen waren 45 Min. nach der Schlachtung nur bei einer Dosierung von 120 mg Azaperon verbessert.

7. Die 24 Std. p.m. ermittelten Werte ergaben bei einer Dosierung von 80 mg Azaperon nur für die pH-Werte und das Wasserbindungsvermögen im M. long. dorsi eine statistisch gesicherte Verbesserung zugunsten der behandelten Tiere, während pH- und Farbhelligkeitswerte im M. adductor der unbehandelten Schweine sogar günstigere Werte aufwiesen. Die Behandlung mit 120 mg Azaperon war mit Ausnahme der pH-Werte in Versuchsreihe III nur im M. long. dorsi stets mit einer statistisch abgesicherten positiven Beeinflussung der Merkmale verbunden.
8. Zwischen den Kochschinken der Azaperon- und der Kontrollgruppe konnten während des Herstellungsprozesses und am Endprodukt keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden.

Summary

1. The effect of the sedative Azaperon (Stresnil[®]), applied before transport, on meat quality and ham production was tested with ninety-five German Landrace pigs. The same number of pigs was used as control.
2. In experiment I the animals received 80 mg, in experiment II and III 120 mg of Azaperon.
3. After being transported approximately 50 km and subsequently being rested for an average of 72 minutes, the animals of experiment I and II were slaughtered, whereas the pigs of experiment III were exposed to an additional heat stress.
4. The following measurements and assessments were used to evaluate meat quality:
meat temperature 45 minutes post mortem, pH-value, water-binding capacity and brightness of the longissimus dorsi muscle and adductor muscle at 45 minutes and 24 hours post mortem, pH-value of the ham at the end of brine curing, juice-holding capacity of muscle samples of smoked hams, as well as cooking loss and the taste evaluation of hams.
5. In all experiments meat temperature of the Azaperon-group was significantly lowered.

6. The pH-values 45 minutes post mortem of the Azaperon-group were higher in treated animals, with the exception of the pH₄₅ value in the adductor muscle in experiment III. The differences between the treated and the control-group were not always statistically significant. Brightness of colour and water-binding capacity 45 minutes after slaughter were improved only by dosage of 120 mg Azaperon.
7. With a dosage of 80 mg Azaperon the values 24 hours post mortem showed a statistically significant improvement in favour of the Azaperon-group only for pH-values and water-binding capacity in the longissimus dorsi muscle, whereas pH-values and brightness of colour in the adductor muscle were more favourable in the untreated animals. The treatment with 120 mg Azaperon regularly caused a statistically significant favourable change only in the longissimus dorsi muscle, except for the pH-values of experiment III.
8. No important differences could be detected between the boiled hams of the Azaperon-group and the control-group, either during production or in the end product.

6. Literaturverzeichnis

1. Barton, P.:

Objective colour measurements of fresh pork loin.
A comparison of the Fahellpho-Mariensee, the Göfo
and the electro photometers.

XVI. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Varna 1970, A₁₁;

2. Bendall, J.R., and J. Wismer-Pedersen:

Some properties of the fibrillar proteins of normal
and watery pork muscle.

J. Food Sci. 27 (1962), 144;

3. Bendall, J.R., und R.A. Lawrie:

Wässeriges Schweinefleisch. Eine Diskussion über Symptome
und Ursachen.

Fleischwirtschaft 44 (1964), 411;

4. Bendall, J.R.:

The effect of pre-treatment of pigs with Curare on the
post-mortem rate of pH-fall and onset of rigor mortis
in the musculature.

J. Sci. Food Agric. 17 (1966), 333;

5. Blomquist, S.M.:

Beobachtungen bei der elektrischen Betäubung von
Schweinen.

I) Beschreibung der elektrischen Betäubungseinrichtung
und ihrer Anwendung.

Fleischwirtschaft 10 (1958), 543;

6. Blomquist, S.M.:

Beobachtungen bei der elektrischen Betäubung von Schweinen.

IV) Einfluß auf die Haltbarkeit des Fleisches und auf das Bakterienwachstum.

Fleischwirtschaft 10 (1958), 767;

7. Blomquist, S.M.:

Beobachtungen bei der elektrischen Betäubung von Schweinen.

V) Einfluß der Betäubung auf den pH-Wert.

Fleischwirtschaft 10 (1958), 840;

8. Blomquist, S.M.:

Transport lebender Schweine vom Hof zur Schlächtereier.

Fleischwirtschaft 14 (1962), 976;

9. Borchert, L.L., and E.J. Briskey:

Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle through partial freezing with liquid nitrogen post-mortem.

J. Food Sci. 29 (1964), 203;

10. van den Brande, M.:

Die Verwendung von Stresnil beim Transport von Schlachtschweinen.

Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien 1970, S. 91;

11. Briskey, E.J., and J. Wismer-Pedersen:

Biochemistry of pork muscle structure.

I) Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue.

J. Food Sci. 26 (1961), 297;

12. Briskey, E.J.:

Neuere Ergebnisse des Studiums von blassem, weichem, exsudativem Schweinemuskelgewebe.

Fleischwirtschaft 15 (1963), 1008;

13. Briskey, E.J.:

Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature.

Adv. Food Res. 13 (1964), 89;

14. Brönstrup, K.H.:

Die vorzeitige Totenstarre der Schlachttiere als Hinweis auf eine Qualitätsminderung des Fleisches.

Arch. Lebensmittelhyg. 9 (1958), 173;

15. Butterworth, M.D., D. Steinhauf und J.H. Weniger:

Streußeresistenz als Leistungsmerkmal beim Schwein. I. Mitteilung.

Züchtungskunde 39 (1967); 179;

16. Casteels, M., J. van Hoof und E. Eeckhout:

Der Einfluß von Azaperon auf die Fleischqualitäts-Charakteristika bei Mastschweinen.

Tijdschr. Diergeneesk. 94 (1969), 883;

17. Casteels, M., J. van Hoof, W. Eeckhout und H. Bekaert:

Verwendung von Azaperon und sein Einfluß auf die Fleischqualität bei Mastschweinen.

Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien, 1970, S. 101;

18. Charpentier, J., et R. Goutefongea:

Influence de l'excitation ante-mortem chez le porc sur quelques caractéristiques physicochimiques du muscle. Ann. Zootech. 15 (1966), 353;

19. Charpentier, J.:

Description d'un Reflectometre portatif destine a l'appréciation objective de la couleur de la viande.

XIII. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Rotterdam 1967, C₁₁;

20. Charpentier, J.:

Conséquences de quelques traitements ante-mortem sur la rapidité de la chute du pH musculaire post-mortem, la capacité de rétention d'eau et la coloration de la viande de porc.

XIII. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Rotterdam 1967, C₈;

21. Charpentier, J.:

Relation entre la réaction physiologique du porc à une hyperthermie et le caractère exsudatif du tissu musculaire.

XVI. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Varna A 6 (1970), S.57;

22. Cole, J.W., C.B. Ransey and R.C. Saffle:

Ante-mortem fasting and marketing stress effects on dressed yields and quality of pork carcasses.

XIII. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Rotterdam 1967, C₅;

23. Delay, J.:

Le 20-28 M.D. est un neuroleptique d'action complexe.
Ann. Méd.-psychol. 118 (1960), 751;

24. Dennler, E.:

Ausruhezeiten für Schlachttiere aus der Sicht eines
Großschlachthofes.
Fleischwirtschaft 10 (1958), 839;

25. Devloo, S.:

Einfluß von Azaperon auf Mortalität und Fleisch-
qualität nach dem Transport von Schlachtschweinen.
Tierärztl. Umschau 27 (1972), 302;

26. Fischbach, E.:

Grundriß der Pathophysiologie.
Verlag R. Müller und Steinicke, München 1963, S. 171;

27. Forenbacher, S.:

Muskeldystrophien des Schweines, insbesondere sog.
wässeriges und blasses Fleisch, im Lichte neuer
Adaptationsforschungen.
Arch. Lebensmittelhyg. 22 (1971), 3;

28. Gerle, B.:

Clinical observations of the side-effects of Haloperidol.
Acta psychiatrica scandinavica 40 (1964), 65;

29. van Gils, J.H.J., und G. van Logtestijn:

Die pH-Messung des Fleisches - Hilfsmethode zur
Beurteilung des Fleisches von Schlachttieren.
Arch. Lebensmittelhyg. 18 (1967), 49;

30. Gliha, M.:

Die Wirkung von Pronison auf das wässerige Fleisch
von Schweinen.
zit. aus: Z.Lebensmittel-Unters.u.Forsch. 149 (1972), 192;

31. Goutefongea, R.:

Les viandes exsudatives.
Ann. Zootech. 12 (1963), 297;

32. Grau, R.:

Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung
im Muskel.
Die Naturwissenschaften 40 (1953), 29;

33. Grau, R., und R. Hamm:

Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels
der Preßmethode.
Fleischwirtschaft 8 (1956), 733;

34. Grau, R., und R. Hamm:

Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels.
II. Mitteilung.
Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 105 (1957), 446;

35. Hallund, O., und J.R. Bendall:

The long-term effect of electrical stimulation on the post-mortem fall of pH in the muscles of landrace pigs.
J. Food Sci. 30 (1965), 296;

36. Hamm, R.:

Die Wasserbindung des Fleisches und ihre wirtschaftliche Bedeutung.
Dt. Lebensmittel-Rdsch. 49 (1953), 153;

37. Hamm, R.:

Die postmortalen Veränderungen des Fleisches.
Fleischwirtschaft 8 (1956), 539;

38. Hamm, R.:

Die Mikrostruktur des Muskels und ihre Beziehung zum Wasserbindungsvermögen des Fleisches.
Fleischwirtschaft 15 (1963), 298;

39. Hamm, R.:

Das Problem des wässrigen, blassen Schweinefleisches im Lichte der gegenwärtigen Forschung: Biochemische Zusammenhänge.
Fleischwirtschaft 49 (1969), 652;

40. Hamm, R.:

Kolloidchemie des Fleisches.
Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg 1972;

41. Hamm, R., und R. Pottast:

Qualitätsabweichungen bei Schweinefleisch:
Biochemische Ergebnisse.
Fleischwirtschaft 52 (1972), 206;

42. Heutgens, H.:

Über Verluste bei Schlachtschweintransporten.
Schlacht- und Viehhofzeitung 3 (1970), 93;

43. Hildebrandt, G., H.J. Sinell, Z.A. Elshamma und
H. Niederehe:

Der Einfluß unterschiedlicher Transportbelastungen
auf die Fleischreifung bei Schlachtschweinen.
Schweinezucht und Schweinemast 9 und 10 (1969), 262 u. 283;

44. Hopfe, U., und G. Gieße:

Untersuchungen über den pH-Wert bei ausgeruhten und
unausgeruhten Schlachtschweinen.
Fleisch 23 (1969), 261;

45. Janicki, M.A., A. Thomas und J. Kortz:

Farbstabilität von frischem Schweinefleisch.
zit. nach: R. Hamm (40);

46. Jul, M.:

Untersuchungen über die elektrische Betäubung des Schweines.
Fleischwirtschaft 8 (1956), 623;

47. Kallweit, E., und B. Lohse:

Die Eignung von Schweinefleisch unterschiedlicher
Qualität für die Herstellung von Schinken.
Fleischwirtschaft 47 (1967), 590;

48. Kastenschmidt, L.L., E.J. Briskey and W.G. Hoekstra:

Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle
through regulation of ante-mortem environmental
temperature.
J. Food Sci. 29 (1964), 210;

49. Kotter, L, O. Prändl und G. Terplan:

Zur Prüfung des Sefthaltevermögens von Fleisch beim
Erhitzen.
Fleischwirtschaft 48 (1968), 439;

50. Kotter, L., R. Aigner und G. Krauß:

Stresnil und das Lebensmittelgesetz.
Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien 1970, S. 147;

51. Kuchling, E., und H. Schlift:

Einfluß der Kühlung auf die Senkung von Verlusten
beim Vorkommen von PSE-Fleisch bei Schweinen.
XVI. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Varna (1970), D₃₉;

52. Leest, J.A., P.S. van Roon and H.A. Browes:

The influence of stunning methods on the properties
and quality of pig meat.
XVI. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Varna (1970), A₂₅;

53. Lendfers, C.:

Transportstress beim Schwein.

Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien (1970), S.57;

54. Lerche, M.:

Die Bedeutung des Ausruhens der Schlachttiere
für die Fleischwarenqualität.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 67 (1954), 40;

55. Linke, H.:

Histologische Untersuchungen bei wässrigem,
blassem Schweinefleisch.

Fleischwirtschaft 52 (1972), 493;

56. Linke, H. und G. Heinz:

Qualitätsabweichungen bei Schweinefleisch:

Topographie der Farbaufhellung bei wässrigem,
blassem Fleisch.

Fleischwirtschaft 52 (1972), 208;

57. List, P. H., und L. Hörhammer:

Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis.

2. Band, Wirkstoffgruppen II, Chemikalien und
Drogen.

Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1969;

58. Lister, D. and P.W. Ratcliff:

The effect of pre-slaughter injection of magnesium sulphate on glykolyis and meat quality in the pig. Proc. 2nd Int. Symp. Condition Meat Quality of Pigs, Zeist, 1971;

59. van Logtestijn, G.:

Der postmortale pH-Wert-Verlauf im Fleisch von Schlachttieren.
Fleischwirtschaft 47 (1967), 240;

60. van Logtestijn, G., W. Sybesma und J.H.J. van Gils:

Veterinär-hygienische Aspekte der Streßempfindlichkeit von Schlachtschweinen.
Arch. Lebensmittelhyg. 21 (1970), 55;

61. Lohse, B., A. Pfau und J. Schröder:

Messungen mit dem Farbhellwert-Photometer
"Fahellpho-Mariensee" als einfache Methode zur Qualitätseinstufung von Schweinefleisch.
Fleischwirtschaft 45 (1965), 121;

62. Löhr, J.:

Herztod und Transportschäden beim Schwein.
Der Tierzüchter 10 (1967), 320;

63. Löhr, J.:

Mortalität bei Schweinen durch Transport.
Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien 1970, S. 77;

64. Ludvigsen, J.B.: .

Die Wirkung von Azaperon (Stresnil[®]) bei
umgruppierten Schweinen.

Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien 1970, S. 39;

65. Marsboom, R.:

Toxizität und Rückstände von Azaperon.

Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien 1970, S. 133;

66. Merkel, R.A.:

Processing and organoleptic properties of normal and
PSE-porcine muscle.

Proc. 2nd Int. Symp. Condition Meat Quality Pigs,
Zeist 1971, S. 261;

67. Moerman, P.C., and B. Krol:

Heat penetration into canned ham of different meat
qualities.

Proc. 2nd Int. Symp. Condition Meat Quality of Pigs,
Zeist 1971, S. 302;

68. Rodenhoff, G.:

Probleme zur Tiertransportversicherung. Ein Beitrag
zur Schadensursachenstatistik.

Diss. med. vet. Berlin 1967;

69. Scheper, J.:

Über den Einfluß des Transportes auf die Fleisch-
beschaffenheit bei Schweinen.

Jahresbericht Bundesanstalt f. Fleischforsch. Kulm-
bach 1962, G 17;

70. Scheper, J.:

Einfluß der Zuckerfütterung vor und nach dem Tode
auf die Fleischbeschaffenheit beim Schwein.
Jahresbericht Bundesanstalt f. Fleischforsch. Kulmbach 1964, G 18;

71. Scheper, J.:

In welchem Umfange hat exsudatives Schweinefleisch
eine genetische Grundlage?
XVI. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Varna 1970, A₂;

72. Scheper, J., und L. Schön:

Zur Aussagekraft von pH, Farbhelligkeit und Safthalte-
vermögen über die Beschaffenheit von Schweinefleisch.
Züchtungskunde 43 (1971), 49;

73. Scheper, J.:

Qualitätsabweichungen bei Schweinefleisch: Genetische
und umweltbedingte Einflüsse.
Fleischwirtschaft 52 (1972), 203;

74. Scheper, J.:

Was sagt der pH-Wert über erblich bedingte Veränderungen
in der Beschaffenheit von Schweinefleisch aus?
Fleischwirtschaft 53(1973), 647;

75. Schönberg, F.:

Zur Entstehung und Verhütung sog. unspezifischer,
bakterieller Lebensmittelvergiftungen, insbesondere von
Fäulnisintoxikationen.
Tierärztl. Umschau 4 (1949), 149;

76. Schulze, H.:

Persönliche Mitteilung;

77. Seifart, K.:

Eigenschaften des Fleisches unter dem Einfluß
verschiedener Behandlung von Schweinen direkt vor
der Schlachtung.

Diss. med. vet. Göttingen 1962;

78. Selye, H.:

A syndrom produced by diverse nocuous agents.

Nature, London, 138 (1936), 32;

79. Selye, H.:

Einführung in die Lehre vom Adaptionssyndrom.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1953;

80. Soma, L.R.:

Textbook of Veterinary Anesthesia.

The Williams and Wilkins Company, Baltimore 1971;

81. Sommer, O.A.:

Über Transportverluste und Transportschäden bei
Schlachtschweinen.

Schweinezucht und Schweinemast 4 (1967), 96;

82. Steinhilber, D., und H. Weniger:

Ein weiterer Beitrag zur Methodik der Helligkeitsmessung
beim Schweinefleisch.

Fleischwirtschaft 46 (1966), 39;

83. Steinhauß, D.:

Das Problem des wässerigen Schweinefleisches im Lichte der gegenwärtigen Forschung: Züchterische Gesichtspunkte.

Fleischwirtschaft 49 (1969), 659;

84. Sybesma, W., und P.C. Hart:

Einige Aspekte zum blassen und wässerigen Schweinefleisch.

Fleischwirtschaft 45 (1965), 643;

85. Symoens, J.:

Persönliche Mitteilung;

86. Taylor, A.:

Influence of carcass cooling rate on exudate from meat.

XVII. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Bristol 1971, G₁;

87. Theloe, H.:

Lebendviehverluste beim Transport und am Schlachthof.

Fleisch 70 (1972), 175;

88. Unshelm, J.:

Konstitutionsprobleme beim Schwein.

Der Tierzüchter 19 (1967), 319;

89. Unshelm, J., und B. Oldigs:

Die Beeinflussung der Fleischqualität durch eine medikamentöse Behandlung der Schlachtschweine.

Symp. Stress beim Schwein, Beerse/Belgien 1970, S. 113;

90. Wachtel, W.:

Besonderheiten der Physiologie des Kreislaufsystems
und des Sauerstofftransportes beim Schwein.

XVII. Europ. Meet. of Meat Res. Work. Bristol 1971, A₁₁;

91. van der Wal, P.G.:

Einfluß der elektrischen Betäubung auf Schlachtschweine.
Veränderung im Blut.

Dt. Tierärztl. Wschr. 79 (1972), 106;

92. Wenzel, S.:

Das Sedativum Azaperon für Schlachtschweine und das
Fleischbeschaugesetz.

Tierärztl. Umschau 26 (1971), 334;

93. Westhues, M., und R. Fritsch:

Die Narkose der Tiere.

Band II, Allgemeinnarkose.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1961;

94. Wirth, F.:

Qualitätsabweichungen bei Schweinefleisch: Konsequenzen
für die Verarbeitung von wässrigem, blassem Schweine-
fleisch.

Fleischwirtschaft 52 (1972), 212;

95. Wismer-Pedersen, J.:

Quality of pork in the relation to rate of pH-change
post mortem.

Food Res. 24 (1959), 711;

96. Wismer-Pedersen, J.:

Die Bedeutung der Fleischstruktur bei der Herstellung
von Konserven.

Fleischwirtschaft 12 (1960), 160;

97. Wismer-Pedersen, J.:

Wässeriges Fleisch in Theorie und Praxis.

Fleischwirtschaft 46 (1966), 787;

98. Zuk, N.:

Untersuchungen über die Beeinflussung der Menge des
locker gebundenen, auspreßbaren Wassers und des
pH-Wertes in der Muskulatur von Schlachtschweinen
durch Umweltverhältnisse vor der Schlachtung.

Diss. med. vet. Hannover 1971.

Lebenslauf

Name:	Peter R u s s
Geboren:	4. 6. 1945
Geburtsort:	Rottweil/Neckar
Eltern:	Paul Russ Maria Russ
Schulen:	Volksschule Rottweil Leibniz-Gymnasium Rottweil
Reifeprüfung:	März 1966
Bundeswehr:	April 1966 - April 1967
Studium:	Tiermedizin an der Tierärztl. Fakultät der Universität München von 1967 bis 1972
Examen:	Oktober 1972
Bestallung:	November 1972
Tätigkeit nach Examensabschluß:	Assistent in einer Praxis für Groß- und Kleintiere

Für die Überlassung des Themas möchte ich
abschließend Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. L. Kotter
herzlichst danken.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. A. Fischer für
die vielen Anregungen und die kritische Durch-
sicht des Manuskripts.

